

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES 15% Y 17% DE EDTA EN LA REMOCIÓN DE LA CAPA RESIDUAL BAJO IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA

Trabajo terminal para obtener el:

DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

PRESENTA
KARINA RODRÍGUEZ PÉREZ

PRESIDENTE
MC. ALICIA PERCEVAULT MANZANO

SINODAL
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL
C.D.E. ANA MARÍA LEY ESTRELLA

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, ABRIL 2013

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	12
MARCO TEÓRICO.....	14

I IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA

- Importancia de la Irrigación en la Terapia Endodóntica
- Objetivos de la Irrigación del Sistema de Conductos
- Técnica para la Irrigación
- Propiedades de un Irrigante Ideal

II SUSTANCIAS UTILIZADAS COMO IRRIGANTES EN ENDODONCIA

- Hipoclorito De Sodio
- Clorhexidina
- Peróxido De Urea
- Hidróxido De Calcio
- Solución Salina
- Quelantes
- Edta
- Ácido Cítrico
- Rc-Prep

III ULTRASONIDO

- Propiedades Físicas, Mecánicas y Biológicas del Ultrasonido en el Conducto Radicular
- Efectos de la Aplicación del Ultrasonido en el Conducto Radicular
- Irrigación y Desinfección Ultrasónica

IV CAPA RESIDUAL

HIPÓTESIS.....	63
OBJETIVO.....	64
TIPOS DE ESTUDIO.....	65
UNIVERSO DE TRABAJO.....	67
MATERIALES Y MÉTODOS.....	68
METODOLOGÍA.....	70
RECOLECCIÓN DE DATOS.....	78
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	81
DISCUSIÓN.....	89
CONCLUSIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	97

INTRODUCCIÓN

El debridamiento inadecuado del conducto radicular, permitirá que los microorganismos y sus toxinas permanezcan dentro de este, actuando como irritantes continuos. Los quelantes son sustancias que juegan un papel importante en dicho debridamiento de conductos ya que cumplen la función de facilitar la preparación biomecánica, al desintegrar tanto el barrillo capa residual (smear-layer), como el componente calcificado y mineralizado de las paredes dentinales y de esta forma permiten el paso de la sustancia irrigantes dentro de los túbulos dentinales para la eliminación de los microorganismos presentes en el conducto radicular.

Es de vital importancia, conocer en primera instancia en que consiste la capa residual, barrillo dentinal o smear layer y La sustancia que lo puede eliminar en menor concentración y en menor tiempo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La capa residual que dejamos después de la instrumentación nos conlleva al fracaso endodóntico con una multiplicación y/o reactivación bacteriana ya que no estamos seguros de removerla en su totalidad con hipoclorito de sodio, y esto nos lleva a utilizar EDTA que nos ayuda a tener un mayor efecto en la remoción de esta. Cuando la capa residual está presente, la bacteria puede permanecer en esta capa, puede sobrevivir y multiplicarse, y puede crecer en los túbulos de la dentina. Además, la presencia de capa residual promueve la adhesión y la colonización de microorganismos.

Además, hay otras desventajas de la capa residual en los conductos radiculares. Se puede retrasar el efecto de desinfectantes y puede interferir con la adaptación y la penetración de los selladores. Así afectar la calidad de la obturación del canal radicular.

La remoción de la capa de desecho va a permitir una interfase más estrecha entre el material de obturación y las paredes del conducto.

La finalidad es saber ¿Cuál es la concentración de EDTA que nos brinda mayor efecto en la remoción de la capa residual?

JUSTIFICACIÓN

El EDTA es generalmente aceptado como el más eficaz agente quelante con propiedades lubricantes prominentes y es ampliamente utilizado en la terapia endodóntica. Se utiliza para ampliar los conductos radiculares, eliminar la capa de barrillo, y preparar las paredes dentinales para una mejor adhesión de los materiales de obturación.

EDTA se ha informado que elimina la capa residual en menos 1 min si el fluido es capaz de alcanzar el la superficie de la pared del conducto de la raíz, mientras que otro estudio sugirió que el líquido debe ser mantenido en el conducto radicular durante al menos 15 min para obtener el mejor resultado.

Es necesario saber cuál es la mejor opción en cuanto a la menor concentración del quelante EDTA para remoción del barrillo dentinario pero con el mayor resultado para crear una superficie dentinaria lo más limpia y libre de la capa residual.

Dado que la solución de EDTA tiene un fuerte efecto de desmineralización, que causa el agrandamiento de los túbulos dentinarios, el

reblandecimiento de la dentina, y la desnaturalización de las fibras de colágeno. Estos efectos pueden causar dificultad en la adaptación de la obturación del conducto radicular de los materiales del cemento sellador en las paredes del conducto radicular. Por lo cual se busca saber cuál es la mejor concentración del quelante que nos brinde las ventajas de sus propiedades si afectar el tejido dentinario y por lo tanto la adaptación de los materiales de obturación.

ANTECEDENTES

E. Uzunoglu y Cols; 2012 Hicieron este estudio con el objetivo de evaluar el efecto del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) sobre la fractura radicular respecto a diversas concentraciones y diferentes tiempos exposición. Método de estudio: cuarenta y ocho incisivos inferiores fueron seleccionados. Ocho raíces no se prepararon y se seleccionaron como control negativo. El restante cuarenta muestras fueron instrumentados con limas rotatorios y asignadas aleatoriamente a uno de los siguientes grupos para irrigación final: (1) 10 ml de agua destilada para 10 minutos (control positivo); (2) 10 mL de 17% de EDTA durante 1 minuto + 10 ml de NaOCl al 1% durante 1 minuto, (3) 10 ml de EDTA al 5% durante 1 minuto + 10 ml de NaOCl al 1% durante 1 minuto; (4) 10 ml de 17% de EDTA durante 10 minutos + 10 ml de NaOCl al 1% durante 1 minuto; (5) 10 ml de EDTA al 5% durante 10 minutos + 10 ml de NaOCl al 1% durante 1 minuto. A partir de entonces, los conductos de la raíz se obturaron utilizando sellador AH26 con la técnica de cono único. Las muestras se colocaron verticalmente en 1 mm / min de velocidad sobre un cruceta hasta que se produjo la fractura radicular vertical. Resultados Se evaluaron estadísticamente y los resultados fueron: Estadísticamente significativo se detectaron diferencias entre los grupos ($P < 0,05$). La mayor resistencia a la fractura media se obtuvo entre el grupo tratado con EDTA al 5% durante 10 minutos. Esto es aproximadamente 2 veces más que la fractura más débiles media resistencia, que se obtuvo a partir de la 17% EDTA 10 minutos grupo. Conclusiones: Las resistencias de fractura de raíces tratados endodóticamente se encontraron

afectados de manera diferente por las diferentes concentraciones de DTA a tiempos de exposición diferentes. (1)

B. Hakan Sen, y Cols. 2009 Realizaron este estudio con el propósito de investigar la eliminación de la capa residual y capacidad erosiva de diferentes concentraciones de EDTA en las paredes del conducto radicular instrumentado. Diseño del estudio: Cuarenta unirradiculares dientes fueron instrumentados con técnica Step-back e irrigados con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5%. Los dientes fueron divididos al azar en cuatro grupos para el régimen de irrigación final con las diferentes concentraciones de EDTA (15%, 10%,5%, y% 1). Todas las muestras se prepararon para la evaluación microscopio electrónico de barrido. Resultados. Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa en la eliminación de la capa residual entre diferentes concentraciones, sólo los tercios coronales frente apical mostró diferencias significativas con respecto a presencia de la capa residual. Considerando que el 15%, 10%, y 5% de soluciones de EDTA demostrado erosión similar pero cuanto más baja la concentración se registró menor erosión. (2)

K. Saito y Cols; 2008 Realizaron este estudio con el propósito de evaluar si los tiempos de irrigación de 1 minuto o menos con 1ml de 17% etileno diamina tetra-acético (EDTA) efectivamente elimina la capa residual de los conductos radiculares después de la instrumentación rotatoria. Metodología: Cuarenta dientes con un solo conducto fueron decoronados e instrumentados, y se dividieron en tres grupos experimentales en número de diez. Diez dientes fueron destinados para control positivo y negativo. Los grupos experimentales recibieron una irrigación final con 1 ml de EDTA al 17% durante 1 minuto, 30 segundos y 15 segundos seguido por un volumen final de 3 ml de irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 6%. Los dientes fueron divididos longitudinalmente y preparado para la digitalización de imágenes de microscopía electrónica. Las imágenes digitales (350X) aproximadamente del centro de las secciones coronal, medio y apical se calificaron calidad de la eliminación de smear layer por tres Endodoncistas. Los resultados arrojaron que se obtuvo mayor eliminación de la capa residual con la irrigación de 1-minuto EDTA seguido por el grupo de los 30-segundos y después 15 segundos. (3)

L. Assed Bezerra da Silva y Cols; 2008 Realizaron este estudio que tuvo como objetivo evaluar la eficacia de Smear Clear (SybronEndo, Orange, CA) y EDTA para la eliminación de la capa residual de los conductos radiculares de los dientes permanentes después de instrumentación. Método de estudio: Se utilizaron treinta dientes humanos permanentes extraídos los cuales se

asignaron aleatoriamente a los siguientes grupos: grupo 1 utilizando EDTA al 14,3%, grupo 2 Smear Clear, y grupo 3 no se llevó a cabo el procedimiento de la eliminación del barrillo dentinario (Grupo control). Las muestras fueron sometidas a análisis de microscopía electrónica de barrido con aumentos de 200 y 750 se utilizaron para evaluar la limpieza en el tercio medio apical y cervical. Se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Mann-Whitney U. Grupos 1 y 2 difieren significativamente del grupo 3. Sin embargo, no había diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los grupos 1 y 2. En conclusión, fue capaz SmearClear para eliminar la capa residual de los conductos radiculares de dientes permanentes de manera similar como de EDTA al 14.3%, lo que sugiere que ambas soluciones puede estar indicada para tal propósito. (4)

S. Ricardo Dotto y cols; 2007 Realizaron este estudio con el propósito de evaluar in vitro fue comparar la eficacia del ácido etilendiaminotetraacético al 24% (EDTA) en gel y 17% de solución de EDTA en la limpieza de las paredes de la dentina después de la instrumentación del conducto radicular. Método de estudio Treinta dientes caninos humanos se dividieron en tres grupos de diez dientes cada uno. En el Grupo 1, se utilizó hipoclorito de sodio fue usado como la solución de irrigación y en el grupo 2, se utilizó de hipoclorito de sodio al 1% con solución de EDTA al 17%, y en el Grupo 3, se utilizó de hipoclorito de sodio al 1% con EDTA 24% de gel. La presencia de una capa de barrillo se analizó después de la instrumentación utilizando microscopía electrónica de

barrido. La prueba de Kruskal-Wallis reveló una diferencia estadística entre los grupos 1 y 2, y también entre los grupos 1 y 3. No se observaron diferencias entre los grupos 2 y 3. Los resultados indican que el hipoclorito de sodio al 1% no elimina la capa residual y que no hubo diferencia estadística entre los EDTA gel y solución de EDTA en la eliminación de la capa residual. (5)

C. Teixeira y Cols; 2005 Realizaron este estudio en el cual el objetivo de este estudio estuvo destinado a comprobar, bajo el microscopio electrónico de barrido (SEM), la influencia del tiempo de irrigación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) e hipoclorito de sodio (NaOCl) en la eliminación de smear layer intraconducto. Metodología Veintiún dientes humanos permanentes extraído con un solo conducto radicular rectos eran incluidos. Los conductos radiculares de los dientes fueron instrumentados y al final de la preparación, se irrigaron con 3 ml de EDTA al 15%, seguido por 3 ml de NaOCl al 1% para 1 min (grupo 1), durante 3 min (grupo 2), y por 5 min (grupo 3). Los canales de dientes en el grupo 4 (control) no recibieron la irrigación final. Los dientes fueron seccionados longitudinalmente y se preparó para ser leídas por el Microscopio Electrónico de barrido SEM. La pared dentinal del tercio cervical medio y apical se calificó de acuerdo con la cantidad de desechos y smear layer que permaneció en las paredes. Los resultados se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis y de Conover-Inman. Resultados En todos los canales de los grupos experimentales riego con EDTA y NaOCl completamente se eliminó la capa de barrillo de los tercios

cervical y medio. En el tercio apical, la superficie de la dentina estuvo parcialmente cubierta, en particular en los dientes de grupo 1, donde había significativamente más smear layer cuando se comparó con los otros tercios del mismo grupo. Sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis mostró en general que no hubo diferencias significativas entre los grupos 1, 2 y 3. Conclusión la irrigación del conducto con EDTA y NaOCl por 1, 3 y 5 minutos fueron igualmente eficaces en la eliminación de la capa residual en las paredes de los conductos de las raíces rectas. (6)

F. Perez y Cols; 2005 Realizaron un estudio con el objetivo en el cual fue evaluar, in vitro, la capacidad de la solución de EDTA al 8% para eliminar el debris y la capa residual producidos durante la preparación del conducto radicular. Diseño del estudio. Dientes humanos unirradiculares se utilizaron para este experimento. Todos los canales de la raíz fueron instrumentados de manera similar y se irrigaron con una solución de NaOCl al 3.5%. Los dientes se dividieron en 6 grupos. Según los grupos, se llevó la irrigación a cabo con una solución de EDTA 15% o 8% por 1 o 3 min y con o sin irrigación salina. Después de la preparación, las raíces fueron separadas en 3/3 y cada tercio se observó por SEM. El Debris (D) y el Smear layer del conducto radicular (S) se evaluó en dos ocasiones. Resultados. Los resultados se sometieron a ANOVA. Las puntuaciones D y S de todos los grupos de ensayo fueron estadísticamente diferentes del grupo control sin EDTA ($P = .0001$). Las puntuaciones más bajas D y S se obtuvieron mediante un enjuague 3 min con

8% de solución de EDTA y una diferencia estadística se observó en el tercio apical ($P < 0,05$). Conclusión. Bajo estas condiciones in vitro, 3 min irrigación con EDTA al 8% es tan eficaz como 1 min de irrigación con EDTA al 15%. (7)

B. Crumpton y Cols; 2005 Elaboraron este estudio en el cual el propósito fue cuantificar el volumen del Ácido Etileno Diamina Tetra-Acético (EDTA) al 17% necesario para eliminar eficazmente la capa residual después de la instrumentación rotatoria, y para determinar si la irrigación adicional tiene algún efecto en la remoción de debris. Método de estudio: Cuarenta dientes con un solo conducto fueron instrumentados con instrumentos rotatorios GT. Los grupos experimentales fueron irrigados con 1, 3, o 10 ml de EDTA al 17% durante 1 min, seguido de un enjuague final con 3 ml de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25%. Las muestras se registraron para el debris restante y se examinaron bajo SEM para determinar la calidad de la remoción de smear layer. No hubo diferencias significativas entre los grupos o bien cuando se comparan el debris restante o la calidad de la remoción de la capa residual. La irrigación con EDTA a mayor volumen de 1 ml no mejoró la remoción de debris. Eficiente eliminación de la capa residual se llevó a cabo con un enjuague final de 1 ml de EDTA al 17% durante 1 min, seguido por 3 ml de 5,25% NaOCl. (8)

S. Çalt y Cols; 2002 Realizaron este estudio con en el cual propósito fue evaluar los efectos de EDTA en la eliminación de frotis de capa y en la estructura de la dentina, después de 1 y 10 min de aplicación. Seis dientes unirradiculares extraídos fueron instrumentados a # 60. Tercios apical y coronal de cada raíz se retiraron, dejando un tercio de medio de 5mm que se cortó a continuación longitudinalmente en dos segmentos iguales. Utilizando 10 ml de 17% solución de EDTA, mitades que pertenecen a la misma raíz se irrigaron por 1 y 10 min, respectivamente. Todas las muestras fueron sometidas a la irrigación con 10 ml de NaOCl al 5%. Entonces todas las muestras se prepararon para evaluación SEM. Los resultados mostraron que 1 min de irrigación de EDTA es eficaz en la eliminación de la capa residual. Sin embargo, un 10-min de aplicación de EDTA causo excesiva erosión d la dentina peritubular e intertubular. Por lo tanto sugieren que este procedimiento no debe prolongarse a un 1 min durante el tratamiento endodóntico. (9)

Niu W y Cols; 2002 Realizaron un estudio con el objetivo de analizar in vitro fue examinar la erosión de la dentina causada por la irrigación con EDTA y NaOCl. Metodología veinticinco dientes humanos uniradulares fueron instrumentados con rotatorios níquel titanio Serie Profile 29. Los dientes se dividieron en cinco grupos y sometidos a irrigación final de la siguiente manera: grupo A, irrigado con NaOCl al 6% (3 ml) por 2 min; grupo B, EDTA al 15% (3 ml) durante 1 minuto; grupo C, 15% de EDTA al 15% (3 ml) durante 1 min, seguido de NaOCl al 6%(3 ml) durante 2 min; grupo D, EDTA al 15% (3 ml)

por 3 min y grupo E, EDTA al 15% (3 ml) durante 3 min, seguido por 6% de NaOCl (3 ml) durante 2 min. Las microfotografías de paredes dentinales se produjeron usando un microscopio electrónico de barrido (3000X) a 1, 3 y 6 mm del ápice. La cantidad de debris y el diámetro de los túbulos dentinarios fueron evaluados, y los valores se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de una vía y Prueba PLSD de Fisher. Resultados Cuando el conducto radicular se irriga con EDTA al 15% solo, la dentina presentaba una superficie lisa y apariencia plana y los orificios de los tubulillos dentinales eran regulares y separados. Cuando el conducto radicular se irriga con EDTA seguido por NaOCl, la dentina estaba erosionada y los orificios de los túbulos dentinales eran irregulares y rugosos. Diferencias significativas se observaron entre los grupos B y C, y entre los grupos D y E ($P < 0,05$). Sin embargo, más debris fue removido por la irrigación con EDTA seguido de NaOCl que con irrigación con solo EDTA ($P < 0,05$). Conclusiones: la irrigación final con NaOCl al 6% acelera la erosión dentinal después del tratamiento con EDTA al 15%. (10)

MARCO TEÓRICO

No hay duda de que los microorganismos, ya sean remanentes en el conducto radicular después del tratamiento o recolonizando el conducto obturado, son la principal causa de los fracasos endodónticos. El objetivo primordial del tratamiento endodóntico debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección. (12)

Históricamente, se han sugerido un sin número de compuestos en solución acuosa, desde sustancias inertes como cloruro de sodio (solución salina), hasta altamente tóxicas y biosidas alergénicas como el formaldehído.

La irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares es una intervención necesaria durante toda la preparación de conductos y como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva.

Los sistemas de conductos radiculares infectados se llenan de materiales potencialmente inflamatorios. La acción de conformar genera detritos que también pueden provocar una respuesta inflamatoria. La irrigación por sí misma puede expulsar estos materiales y minimizar o eliminar su efecto. Se trata del proceso más importante en el tratamiento endodóntico.

I. IRRIGACION EN ENDODONCIA

En endodoncia se entiende por irrigación el lavado de las paredes del conducto con una o más soluciones antisépticas y la aspiración de su contenido con rollos de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión.

(13)

Schreier en 1983, retiró los tejidos necróticos mediante la introducción de potasio o sodio metálicos en los conductos radiculares, produciendo “fuegos artificiales”. (14)

Entre los años 1930-1940 se utilizaron enzimas proteolíticas por su propiedad de disolver los tejidos, estas enzimas no obtuvieron una amplia aceptación y se demostró que poseían muy poca propiedad para disolver el tejido necrótico dentro de los sistemas de conductos radiculares.

Antes de 1940, el agua destilada era el irrigante endodóntico habitualmente utilizado, así como el ácido clorhídrico al 30% y el ácido sulfúrico al 50% sin entender los peligros que estos ocasionarían a los tejidos perirradiculares.

Grossman en 1941, preconiza la irrigación del sistema de conductos radiculares con peróxido de hidrogeno, el cual combina con hipoclorito de sodio, aplicándolo en forma alternada, consiguiendo de esta manera una mayor limpieza, obtenida por la efervescencia debida al oxigeno naciente que libera el agua oxigenada. (15)

IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN EN LA TERAPIA ENDODONTICA

Uno de los objetivos principales de la terapia endodóntica es lograr la desinfección completa del sistema de conductos para así poder garantizar el éxito del tratamiento.

Dentro de esta fase adquiere especial importancia la irrigación de los mismos con diferentes soluciones. Es necesario tener en cuenta que no sólo se debe eliminar el tejido orgánico sino también los productos producidos por la instrumentación, por lo que se deben utilizar irrigantes que eliminen la sustancia orgánica e inorgánica.

La irrigación del sistema de conductos juega un rol bien importante en la limpieza y desinfección del mismo, y es una parte integral del procedimiento de preparación del conducto.

La solución irrigadora tiene como efecto principal actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical.

(16)

OBJETIVOS DE LA IRRIGACION DEL SISTEMA DE CONDUCTOS

1. LIMPIEZA O ARRASTRE FÍSICO de trozos de pulpa esfacelada, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento o Cavit, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior, etc. Deberá disolver el tejido necrótico remanente.

La frecuencia de la irrigación y el volumen de irrigante utilizado son factores importantes en la eliminación de detritos.

La frecuencia de la irrigación debe incrementarse en la medida en que los instrumentos se aproximan a la constricción apical una cantidad apropiada es

al menos 2 ml cada vez que se limpia el canal o se saca la lima que se está utilizando.

2. ACCIÓN DETERGENTE y de lavado por la formación de espuma y burbujas de oxígeno naciente desprendido de los medicamentos usados.

3. ACCIÓN ANTISÉPTICA o desinfectante propia de los fármacos empleados inactivando las endotoxinas. El hipoclorito de sodio puede matar todos los microbios de los conductos radiculares incluidos los virus y las bacterias que se forman por esporas. Este efecto microbicida se mantiene incluso con concentraciones diluidas aunque en menor grado.

4. ACCIÓN BLANQUEANTE, debido a la presencia de oxígeno naciente, dejando el diente así tratado menos coloreado. (17)

TÉCNICA PARA LA IRRIGACIÓN

La técnica consiste en insertar la aguja en el conducto, pero procurando no obliterarlo para facilitar la circulación de retorno y que en ningún momento pueda penetrar más allá del ápice, e inyectar lentamente de medio a dos

centímetros cúbicos de la solución irrigadora, para que la punta de aguja, plástico o goma del aspirador absorba todo el líquido que fluye del conducto. El líquido de retorno también puede ser recogido en un rollo de algodón o gasa.

Dado que los irrigantes pueden tener contacto con tejidos vitales, la solución irrigante no deberá ser un tóxico sistémico, sin efectos caústicos en el peridonto y con un potencial pequeño de causar una reacción anafiláctica.

La penetración del irrigante al conducto radicular instrumentado guarda una relación al tamaño de la preparación. Aunque no hay evidencia directa, la introducción de la aguja con una terminación segura (aguja especiales para irrigación endodóntica) debe llegar 1 mm antes del foramen. Cuando se utilice una aguja calibre 30, la preparación del tercio apical deberá ser del número estandarizado 35 o 40 para asegurar la irrigación correcta en esa área. ⁽¹⁸⁾

PROPIEDADES DE UN IRRIGANTE IDEAL

1. Bactericida o Bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.
2. Baja toxicidad, no debe ser agresivo para los tejidos periradiculares.
3. Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.

4. Baja tensión superficial.
5. Eliminar la capa de desecho dentinario.
6. Lubricante

Otros factores como una aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida. (19)

II. SUSTANCIAS UTILIZADAS COMO IRRIGANTES EN ENDODONCIA

HIPOCLORITO DE SODIO

Los hipocloritos también conocidos como compuestos halogenados están en uso desde 1792 cuando fueron producidos por primera vez con el nombre de Agua de Javele y constituía una mezcla de hipoclorito de sodio y de potasio.

En 1870, Labaraque, químico francés obtiene el hipoclorito de sodio al 2.5% de cloro activo y usa esa solución como desinfectante de heridas.

El hipoclorito de sodio ha sido usado como irrigante intraconductos para la desinfección y limpieza por más de 70 años. Se le ha reconocido como agente efectivo contra un amplio espectro de microorganismos patógenos: gram positivos, gram negativos, hongos, esporas y virus incluyendo el virus de inmunodeficiencia adquirida.

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la asociación americana de endodoncia como un líquido claro, palido, verde amarillento, extremadamente

alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente agente antimicrobiano.

Hay discusión entre los autores sobre la mejor concentración del hipoclorito de sodio. A mayor dilución, menor poder desinfectante pero también menor irritación por lo que se ha recomendado diluir al 2.5%, al 1% (solución de Milton) o al 0.5% (líquido de Dankin, neutralizado con ácido bórico). El porcentaje y el grado de la disolución están en función de la concentración del irrigante.

El hipoclorito de sodio a concentración inferior a 2.5% elimina la infección, pero a no ser que se utilice durante un tiempo prolongado durante el tratamiento, no es bastante consistente para disolver los restos pulpares.

Algunos investigadores han reportado que el calentamiento de la solución de hipoclorito de sodio produce una disolución de los tejidos más rápidamente.

La eficacia de la disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo de la pulpa. Si la

pulpa está descompuesta, los restos de tejido blando se disuelven rápidamente. Si la pulpa está vital y hay poca degradación estructural, el hipoclorito sódico necesita más tiempo para disolver los restos, por lo que se debe dejar un tiempo para conseguir la disolución de los tejidos.

Grossman en 1943, propuso el uso del hipoclorito de sodio al 5% alternado con peróxido de hidrógeno al 3%, método que sigue vigente, o según otros autores, con EDTA, combinando de esta forma la acción de cada uno de estos elementos. La última solución debe ser hipoclorito de sodio para evitar accidentes por las burbujas del oxígeno generado. (20)

Al Hipoclorito de sodio se le han atribuido varias propiedades beneficiosas durante la terapia endodóntica:

1. DESBRIDAMIENTO: la irrigación con NaOCl expulsa los detritos generados por la preparación biomecánica de los conductos.
2. LUBRICACIÓN: humedece las paredes del conducto radicular favoreciendo la acción de los instrumentos.

3. **DESTRUCCIÓN DE MICRORGANISMOS:** se ha demostrado que esta solución es un agente antimicrobiano muy eficaz, puede eliminar todos los microorganismos de los conductos radiculares, incluyendo virus y bacterias que se forman por esporas.

Según Ohara et al. El ácido hipocloroso ejerce su efecto por la oxidación de los grupos sulfhidrilos de los sistemas enzimáticos de las bacterias, produciendo desorganización de importantes reacciones metabólicas, resultando en la muerte de la bacteria.

Por otro lado, el pH alcalino del NaOCl neutraliza la acidez del medio y por lo tanto crea un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano; sin embargo, ciertos autores consideran que esta propiedad añade un componente tóxico a la solución haciendo el NaOCl más cáustico.

4. **DISOLUCIÓN DE TEJIDOS:** es el disolvente más eficaz del tejido pulpar. Una pulpa puede ser disuelta en un tiempo de 20 minutos a 2 horas.

La eficacia de la disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo de la pulpa.

Si la pulpa está descompuesta, los restos de tejidos se disuelven rápidamente, si está vital y hay poca degradación estructural, el NaOCl necesita más tiempo para disolver los restos.

El hipoclorito reacciona con residuos orgánicos en el conducto radicular y de esta forma facilita la limpieza, sin embargo, esta reacción inactiva químicamente al NaOCl y reduce su capacidad antibacteriana, por esto una solución fresca de NaOCl debe ser aplicada frecuentemente dentro del conducto radicular para reactivar la reacción química y la remoción de restos.

5. **BAJA TENSIÓN SUPERFICIAL:** gracias a esta propiedad penetra a todas las concavidades del conducto radicular, al mismo tiempo que crea las condiciones para la mayor eficacia del medicamento aplicado de forma tópica.

(21)

FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES DEL HIPOCLORITO DE SODIO

1. **EFFECTOS DE LA TEMPERATURA:** Al aplicar calor a una solución se aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más

rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor.

2. AUMENTO DE LA TEMPERATURA: tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl. Temperaturas de 35,5°C aumentan el poder solvente sobre tejidos necróticos y en tejidos frescos se obtiene el mayor efecto a 60°C. Cunningham et al. Demostraron que el NaOCl al 5,25% y 2,6% eran igual de eficaces a una temperatura de 37°C. Sin embargo, a temperatura ambiente (21°C), la solución al 2,6% resultaba menos eficaz.

El calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida, pero se debe tener precaución al calentarlo a 37°C, ya que se mantiene estable por no más de 4 horas antes de degradarse, por lo que no se recomienda recalentar la solución.

Gambarini refiere que se ha comprobado que al aumentar la temperatura se mejora el desbridamiento, las propiedades bactericidas y disolutorias y que este aumento no afecta la estabilidad química de la solución, aunque recomienda cierta precaución ya que no se sabe que daño puede causar a los tejidos periapicales. Para calentarlo se pueden utilizar los calentadores de café,

que mantienen una temperatura de 37°C, se coloca agua y posteriormente las jeringas con el hipoclorito de sodio.

3. DILUCIÓN: Algunos clínicos diluyen el NaOCl al 5,25% para reducir el olor o reducir el potencial de toxicidad a los tejidos periradiculares.

La dilución del NaOCl al 5,25% disminuye significativamente la propiedad antimicrobiana, la propiedad de disolución del tejido y la propiedad de desbridamiento del sistema de conductos.

La dilución del NaOCl al 5,25% aumenta el tiempo de exposición necesaria para destruir los microorganismos. Una dilución 1 a 1 hasta una concentración de 2,6% aproximadamente, triplica el tiempo de exposición necesaria para destruir las mismas bacterias. No se recomienda la dilución de NaOCl. Sin embargo, si se determina diluir el NaOCl no debe utilizarse una dilución mayor del 1 a 1 de la concentración al 5,25% con agua destilada estéril, ya que esta reducción al 2,6% produce una solución que es sólo ligeramente más eficaz que el agua o solución normal.

El NaOCl es más eficaz en la disolución de tejido vital desvitalizado y fijado al utilizarse en concentraciones de 5,25% que al 2,6, 1 y 0,5%.

4. GRADO DE PUREZA: Los hipocloritos de acuerdo a su pureza química de extracción se clasifican de acuerdo a su porcentaje diferencial en: menos puros de 1 a 96% los cuales tienen mayor cantidad de contaminantes dañinos (plomo, arsénico, mercurio, bismuto, aluminio), entre ellos los de grado técnico (70%), industrial (60%) y doméstico (40-50%) y más puros de 96-100% como los de tipo pro-análisis (99-100%) y USP(98%) los cuales tienen apenas trazas de contaminantes. Por lo tanto, no es recomendable usar cloro casero o doméstico para irrigar durante el tratamiento de conductos radiculares.

El Clorox tiene 60% de pureza y se incluye entre los hipocloritos de uso industrial y es el recomendado para la terapia endodóntica; los otros tienen una pureza de 40-50%, por lo cual se incluyen entre los hipocloritos de uso doméstico, éstos últimos no son muy recomendables.

5. AIRE, LUZ, TIEMPO Y TIPO DE ALMACENAMIENTO: Debido a que el hipoclorito de sodio es degradado por la luz, el aire, los metales y los contaminantes orgánicos, se cree que la pérdida de estabilidad química de la solución es un factor que puede alterar sus propiedades. Todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y ésta es más rápida en soluciones que contienen cloro al 5% cuando son almacenadas a temperaturas de 24°C que cuando se almacenan a 4°C. Por otra parte, el contenido de cloro de las

soluciones tiende a disminuir después que los envases se han abierto, por lo que se recomienda el uso de soluciones frescas o recientes.

Nicoletti et al. Refieren que la estabilidad química se altera en presencia de luz, ausencia de tapa y el tiempo en que la solución ha sido almacenada; igualmente refieren que los envases más recomendados son los de ámbar, seguidos de los de plástico opaco verde y blanco, donde este último ofreció la menor protección. (22)

CLORHEXIDINA

La clorhexidina fue desarrollada en los finales de los 1940s en los laboratorios de investigación de Imperial Chemical Industries Ltd (Manchester, Inglaterra). Actualmente se fabrica como gluconato de clorhexidina. Químicamente es una bisbiguanidina catiónica comercializada como sal de gluconato.

Es un compuesto catiónico antibacteriano, como irrigante endodóntico es utilizado al 0,12% o 2%, posee excelentes propiedades antibacterianas como el hipoclorito de sodio al 5,25% e incluso tiene mejor efecto residual que

el hipoclorito de sodio a las 24 horas, pero no tiene la capacidad de disolver tejido pulpar.

Por su baja toxicidad es recomendada como irrigante en pacientes alérgicos al hipoclorito, e igualmente puede ser utilizada en dientes con ápices abiertos o inmaduros, o en dientes con perforaciones.

Debido a que la clorhexidina carece de efecto disolvente de tejido, debemos tener presente, que al usarla, es necesario valernos de otros métodos para completar la limpieza de los conductos, como por ejemplo, combinarla con quelantes u otras soluciones irrigadoras, instrumental rotatorio o valernos de vibración ultrasónica.

Es eficaz contra microorganismos grampositivos, gramnegativos, levaduras, aerobios o anaerobios y facultativos; los de mayor susceptibilidad son estafilococos, estreptococo mutans, *S. salivarius*, bacterias coli.

En un estudio realizado por Kuruvilla y col, encontraron que al alternar el uso de 1,5 ml de NaOCl al 2,5% con 1,5 ml de gluconato de clorhexidina al 0,2% resultó en una gran reducción de la flora microbiana (84,6%) cuando se

comparó con el uso individual del NaOCl al 2,5%(59,4%) o el gluconato de clorhexidina al 0,2%(70%).

En un estudio realizado por White y col. en 1997, acerca del efecto residual de la clorhexidina sobre la dentina a dos concentraciones distintas, luego de instrumentar e irrigar conductos de dientes monorradiculares recién extraídos, obtuvieron resultados excelentes en cuanto a la inhibición de crecimiento bacteriano, hasta 72 horas con la concentración de 0,12% y por más de 72 horas con la concentración al 2,0%, lo que confirma que puede ser utilizada como irrigante en la terapia endodóntica y más aún, utilizada como medicamento intraconducto entre citas para controlar la infección.

Se dice generalmente que la clorhexidina es menos caústico que el hipoclorito de sodio. Sin embargo, la solución al 2% es irritante a la piel. Como también sucede con el hipoclorito de sodio, calentando la solución de clorhexidina de una concentración menor aumenta su eficacia local en el sistema de conductos radiculares y al mismo tiempo se mantiene la toxicidad sistémica más baja.

No puede ser recomendada como la solución principal para irrigación de conductos radicales debido a:

1. la clorhexidina no disuelve tejido necrótico remanente
2. es menos efectiva en bacterias gram-negativas (que predominan en infecciones endodónticas) y más efectiva en gram-positivas. (23)

PERÓXIDO DE UREA

Este medio de irrigación contiene peróxido de urea al 10% en una base de glicerol (Gly-Oxide). Los tejidos lo toleran mejor que al hipoclorito de sodio, su efecto antibacteriano y el grado de disolución de los tejidos es leve, pero más fuerte que el Peróxido de hidrógeno, por lo tanto es un irrigador excelente para el tratamiento de conductos con ápices abiertos, donde al utilizar soluciones más irritantes, pueden provocar inflamaciones severas al sobrepasar el ápice.

La principal indicación es para la preparación de conductos estrechos y curvos en los que se puede aprovechar el efecto lubricante del glicerol, A diferencia de las sustancias quelantes, no tiene ninguna acción sobre la dentina radicular, por lo que no es posible con el peróxido de urea la eliminación de la capa de desecho. Además, el peróxido de urea luego de ser irrigado con el hipoclorito de sodio desprende grandes cantidades de oxígeno

naciente en forma de finas burbujas, que tienden a eliminar detritus del conducto radicular.

Senia y cols. Referido en Weine, aseguran que el hipoclorito de sodio no puede llegar al ápice de los conductos más pequeños si antes no se ensanchan hasta el tamaño 20 o superior. Sin embargo, como el Gly-Oxide es más viscoso y tiene mayor tensión superficial, puede introducirse en conductos muy pequeños hasta alcanzar el tamaño 20, momento en el que recomiendan cambiar al hipoclorito de sodio. (24)

HIDRÓXIDO DE CALCIO EN AGUA (AGUA DE CAL)

Maisto y Amadeo, citados por Lasala, recomiendan como irrigador una solución de saturación de hidróxido cálcico en agua, la cual denominan lechada de cal, y que podría alternarse con el agua oxigenada, empleando como último irrigador la lechada de cal, que por su alcalinidad, incompatible con la vida bacteriana, favorecería la reparación apical, por lo cual ha sido recomendada en dientes con ápices abiertos. (25)

SOLUCIÓN SALINA

Es el irrigador más biocompatible que existe ha sido recomendada por algunos pocos investigadores porque minimiza la irritación y la inflamación de los tejidos.

En concentración isotónica, la solución salina no produce daños conocidos en el tejido y se ha demostrado que expelle los detritos de los conductos.

Esta solución es susceptible de contaminarse con materiales biológicos extraños por una manipulación incorrecta antes, durante y después de utilizarla. La irrigación con solución salina sacrifica la destrucción química de la materia microbiológica y la disolución de los tejidos mecánicamente inaccesibles, por ejemplo, los tejidos de los canales accesorios y de los puentes interconductos. La solución salina isotónica es demasiado débil para limpiar los conductos concienzudamente.

Puede utilizarse como único o alternado con otros, como último cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior. El efecto antimicrobiano y su disolución de tejido son mínimos si se compara con el H₂O₂ o con NaOCl.

(26)

INDICACIONES DE LOS QUELANTES EN LOS TRATAMIENTOS DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Las soluciones quelantes están indicadas para la preparación biomecánica de los conductos atresados o calcificados. Prácticamente inocuos para los tejidos apicales y periapicales, son recomendados tanto para los casos de biopulpectomía como para las necropulpectomías. A pesar de los excelentes resultados obtenidos con este producto en cuanto a la limpieza de los conductos radiculares, no lo indicamos sólo como solución irrigadora, sino también como un auxiliar para el ensanchamiento de los conductos atascados con dentina, calcificados o ambas cosas.

A pesar de que parece que el hipoclorito de sodio es el irrigante más adecuado, no puede disolver partículas de dentina inorgánicas y evitar la limalla o barrillo dentinario (smear layer).

Se ha demostrado que el método más efectivo para remover la capa de desecho es irrigar el sistema de conductos con 10 ml de 17 % de EDTA seguido de 10 ml de 5% de NaOCL, aunque realizando este método se ha observado erosión de los túbulos dentinarios. Se ha recomendado aplicar el EDTA al 17% en un período de tiempo menor a 2 min. O en menor volumen o cantidad.

El EDTA y el ácido cítrico han sido usados frecuentemente para la irrigación final.

Ni el ácido cítrico y el EDTA deben ser mezclados con el hipoclorito de sodio. Son sustancias que interactúan fuertemente entre sí. Tanto el ácido cítrico como el EDTA inmediatamente reducen la cantidad de cloro en la solución haciéndola inefectiva sobre bacterias y sobre el tejido necrótico.

QUELANTES

El término quelar proviene de "khele", palabra griega que significa garra, por lo tanto estas sustancias tienen la propiedad de excavar y formar complejos internos captando los iones metálicos del complejo molecular al cual se encuentran entrelazados, fijándolos por unión coordinada denominándose específicamente como quelación. El término quelación hace referencia a la remoción de iones inorgánicos de la estructura dentaria mediante un agente químico, el cual lo que hace es captar iones metálicos tales como magnesio, calcio, sodio, potasio y litio, del complejo molecular a donde están adheridos. El efecto de las sustancias quelantes no es de desmineralización sino de descalcificación de un tejido mineralizado.

Un material quelante adecuado debe contar con propiedades tales como ser solvente de tejido y detritos, tener baja toxicidad, tener baja tensión superficial, eliminar la capa de desecho dentinario, ser lubricante, inodoro y, ser

de acción rápida, de fácil manipulación, incoloro, mecanismo de dosificación simple; tiempo de vida útil adecuado.

ACIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO (EDTA)

Fue presentada por Nygaard-Ostby en 1957. Es una sustancia fluida con un pH neutro de 7,3. Se emplea en una concentración del 10 al 17%. Con esta solución se logra reducir a siete el grado de dureza de la dentina, que normalmente tiene una dureza de cuarenta y dos cerca de la luz del conducto no tratado.

Posee un pequeño efecto antibacterial sobre ciertas especies bacterianas como Streptococcus alfa-hemolíticos y Staphylococcus aureus, y tiene un alto efecto antimicótico.

Produce una reacción inflamatoria leve al contacto con tejido blando, al contacto con tejido óseo reacciona en forma similar al de la dentina.

Se ha demostrado que el método más efectivo para remover la capa de desecho es irrigar el sistema de conductos con 10 ml de 17 % de EDTA seguido de 10 ml de 5% de NaOCL, aunque realizando este método se ha observado erosión de los túbulos dentinarios. Se ha recomendado aplicar el

EDTA al 17% en un período de tiempo menor a 2 min. o en menor volumen o cantidad.

Weine recomienda, que al terminar la sesión, el conducto debe ser irrigado con hipoclorito de sodio y una lima de pequeño calibre para asegurar la penetración del hipoclorito de sodio e inactivar la acción del agente quelante.

El EDTA y el ácido cítrico han sido usados frecuentemente para la irrigación final.

El tiempo de trabajo necesario para obtener la completa remoción de la capa de desecho es de 2-3 min. O más.

En conductos curvos el EDTA debe ser usado solo después de la preparación porque este puede aumentar la transportación del conducto.

Ni el ácido cítrico y el EDTA deben ser mezclados con el hipoclorito de sodio. Son sustancias que interactúan fuertemente entre sí. Tanto el ácido cítrico como el EDTA inmediatamente reducen la cantidad de cloro en la solución haciéndola inefectiva sobre bacterias y sobre el tejido necrótico.

Las principales desventajas de la utilización de EDTA incluyen sus efectos destructivos sobre tercios coronales y medio de dentina radicular y sus efectos antibacterianos limitados. (26)

ACIDO CITRICO

Este ácido es una sustancia irrigante clasificada como un quelante que por su bajo pH reacciona con los iones metálicos en los cristales de hidroxiapatita para producir un quelato metálico que reacciona con las terminaciones del agente quelante al remover los iones de calcio de la dentina formando un anillo. La dentina se reblandece cambiando las características de solubilidad y permeabilidad del tejido especialmente la dentina peritubular rica en hidroxiapatita, incrementando el diámetro de los túbulos dentinales expuestos.

Éste se encuentra naturalmente en el cuerpo, lo cual lo hace biológicamente más aceptable que otros ácidos.

En endodoncia, la irrigación con solución del 10 al 50% ha sido efectiva para la remoción de calcio. Se ha recomendado como irrigante final debido a su habilidad para remover el barrillo dentinario que se genera durante la instrumentación.

El barrillo dentinario es de estructura de adherencia débil y está compuesto por material orgánico e inorgánico que permite la viabilidad bacteriana; para removerlo se requiere de una combinación de NaOCl (solvente orgánico) y sustancias activas que actúen sobre el componente

inorgánico, incluyendo agentes quelantes o ácidos para remover ambos componentes, orgánico e inorgánico.

El ácido cítrico no es una sustancia químicamente activa que posea efecto antimicrobiano como tal, sino que el remover dicha capa hace que los microorganismos sean barridos con ella permitiendo la limpieza del sistema de conductos radiculares. Al reducir el barrillo dentinal se va a reducir la microflora asociada a endotoxinas, se aumenta la capacidad de selle de los materiales de obturación y se disminuye el potencial de las bacterias para sobrevivir y reproducirse

Di Lenarda y cols. en el 2000, llegan a la conclusión que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugieren que este irrigante es conveniente debido a su bajo costo, buena estabilidad química si es usado correctamente alternándolo con NaOCl, y su efectividad aún con una aplicación corta de tiempo (20 seg).

Ni el ácido cítrico y el EDTA deben ser mezclados con el hipoclorito de sodio. Son sustancias que interactúan fuertemente entre sí. Tanto el ácido cítrico como el EDTA inmediatamente reducen la cantidad de cloro en la solución haciéndola inefectiva sobre bacterias y sobre el tejido necrótico. (27)

SAL DISÓDICA DEL ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO CON PERÓXIDO DE UREA (RC-PREP)

Fue desarrollado por Stewart en 1969, esta solución contiene 15% EDTA asociado con 10% de peróxido de urea y glicol como base, en consistencia jabonosa. Actúa como antiséptico y al ser espumosa tiene una efervescencia natural que es aumentada al combinarla con el hipoclorito de sodio, así logrando lubricar, ensanchar y descombrar los conductos más estrechos.

Se ha demostrado que el RC-Prep no remueve completamente la capa de desecho, posiblemente por su bajo pH. (26)

SAL DISÓDICA DEL ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO CON CETAVLON O BROMURO DE CETIL-TRIMETRIL-AMONIO (EDTAC)

Está compuesta por 17 g de EDTA, 8,84 g de cetavlon, 9,25 ml de 5/N hidróxido sódico y 100 ml de agua destilada. Se utiliza en una concentración al 15% y tiene un pH entre 7,3 a 7,4.

El cetavlon posee acción antibacteriana y reduce la tensión superficial de la dentina, lo cual provoca el aumento de la capacidad de penetración del hipoclorito de sodio cuando se utilizan ambas soluciones combinadas EDTAC y

NaOCl. Esta combinación resulta ser muy efectiva para la eliminación de la capa de desecho. (21)

III. ULTRASONIDO

El primer uso del ultrasonido en la terapia endodóntica de conductos radiculares se le atribuye a Richman en 1957.

En 1976 Martin Cunningham y Moodnick establecen que el sinergismo del ultrasonido complementado con la irrigación provee una mejor limpieza y desinfección con las técnicas convencionales.

Una de las grandes ventajas que el sistema de ultrasonido ofrece es el gran volumen de solución de irrigación que proporciona durante su utilización ya que gracias a la activación ultrasónica es posible que la solución irrigadora que se deposita llegue hasta la conductometría de trabajo seleccionada.

Los aparatos ultrasónicos proporcionan una acción químico mecánica de limpieza por el uso combinado y simultáneo de la activación energizante del instrumento o por la punta vibradora metálica, con la activación ultrasónica de la solución de irrigación.

En este acto operatorio hay sinergismo de limpieza químico mecánica, representado por la remoción de residuos pulpares del barrillo dentinario.

El ultrasonido es una forma de energía sónica que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas que tiene la propiedad de propagarse a través de distintos medios, sólidos, líquidos y gaseosos.

El uso del ultrasonido en la terapéutica endodóncica abarca desde la eliminación de restauraciones para acceder al sistema de conductos, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, la preparación biomecánica, irrigación ultrasónica y obturación del sistema de conductos, así como en la cirugía endodóntica.

PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR

1. Movimiento Oscilatorio: El dispositivo de ultrasonidos va a generar energía acústica que al ser transmitida al instrumento, va a causar que éste vibre con un movimiento oscilatorio característico que va a depender de la frecuencia de la vibración.

El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. Generalmente, el diseño de los instrumentos ultrasónicos para endodoncia, van a tener una angulación de 60 a 90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que va a ocasionar que durante su activación, el patrón de vibración generado se produzca en forma transversal en vez de longitudinal.

2. Cavitación: La cavitación se define como la formación de vacíos submicroscópicos, como resultado de vibrar un medio fluido por el movimiento alternante de alta frecuencia de la punta de un instrumento. Cuando estos vacíos hacen implosión, se crean ondas de choque que se propagan a través del medio y producen liberación de energía en forma de calor.

Cuando un objeto vibrante es inmerso en un fluido las oscilaciones son transmitidas a éste, lo que produce que haya un incremento local (compresión) y una reducción (rarefacción) en la presión del fluido.

Durante la aplicación de una lima ultrasónica dentro del conducto radicular, el irrigante va a circular por todo alrededor de la lima, debido a que las ondas acústicas van a impulsar a la solución, a circular en todas las dimensiones del sistema de conductos. Éste flujo de irrigante acompañado por el movimiento

oscilatorio de la lima, va a permitir la generación del efecto de cavitación, resultando en la limpieza y el desalojo de los detritos de la superficie de las paredes del conducto. La cavitación produce la remoción efectiva de todo residuo orgánico, emulsión y degradación de las proteínas necróticas remanentes y crea un efecto de succión del material orgánico suspendido en el irrigante hacia la corriente principal del movimiento de irrigación permitiendo así su desalojo.

Según Nyborg y Willians, citados por Walsmley de acuerdo a la frecuencia de oscilación de la energía acústica, la cavitación puede variar de una forma estable, donde las burbujas vibran sin fragmentarse, hasta una forma transitoria, donde existe una rápida formación y colapso de las burbujas generando calor y campos vibratorios hidrodinámicos. Éstos campos pueden ocasionar una ruptura electrolítica de la molécula de agua, generando radicales libres (H y OH) que podrían producir productos intermedios como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), que podrían resultar en un riesgo biológico al reaccionar con los tejidos vivos, así como también producir algún efecto antimicrobiano.

La combinación del efecto del ultrasonido con el líquido irrigante va a producir que las ondas de choque producidas por el fenómeno de cavitación, viajen a través del líquido, pero no tienen la capacidad de remover la capa de desecho dentinario de las paredes del conducto radicular por sí misma. La energía

ultrasónica potencia la acción biológica de la solución irrigante e incrementa su efecto de limpieza sobre las paredes del conducto radicular.

El contacto de la lima ultrasónica con las paredes del conducto radicular va a reducir el efecto de cavitación, debido a que el posible contacto de la pared, impide el movimiento de oscilación de la lima y disminuye la amplitud del movimiento oscilatorio, reduciendo la cavitación.

3. Microcorriente Acústica: La Microcorriente acústica es la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en vecindad a un pequeño objeto vibratorio, como una lima endodóntica activada por ultrasonido.

Cuando un objeto oscilante con una baja amplitud de desplazamiento es sumergido en un líquido, se forman patrones de oscilación del fluido alrededor del objeto. Estas oscilaciones van a formar corrientes en remolino, que crean un gradiente de velocidad produciendo tensiones vibratorias, de manera tal, que cualquier material biológico que entre en el área de la corriente va a ser sometido a tensiones vibratorias y posiblemente sea dañado.

La lima oscilatoria del sistema endosónico produce campos de corriente alrededor de toda su longitud, generando la mayor tensión vibratoria en los puntos de mayor desplazamiento, que son la punta de la lima y los antinodos formados a lo largo de su longitud. Por esta razón se le atribuyen a las áreas de microcorrientes, muchos de los efectos benéficos del ultrasonido.

Ahmad, Pittford y Crum, realizaron observaciones de la microcorriente acústica producida por una lima activada por ultrasonido. Observaron que el líquido alrededor de la lima fue transportado de la punta hacia el extremo coronal de ésta, así como la formación de un patrón oscilatorio irregular de movimientos en remolino, que parecían concentrarse en la mitad apical de la lima. Mientras un movimiento en remolino más rápido ocurría en la punta de la lima que en el segmento coronal, el flujo del líquido en la punta era menor.

4. Generación de Calor: La generación de calor es otra de las propiedades físicas que produce la aplicación de ultrasonido dentro del conducto radicular. La generación de calor y el consiguiente aumento de la temperatura resultan como producto de la energía liberada durante el efecto de cavitación, debido a la implosión de las microburbujas de gas, o también puede producirse por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto radicular.

El aumento de la temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian , observaron que el aumento de la temperatura a soluciones de hipoclorito de sodio, de una concentración de 2.6%, potenciaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos, igualando la capacidad de soluciones, de concentración de 5.0%, utilizadas a temperatura ambiente.

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR

1. Efectos sobre la dentina: El efecto de oscilación transversal del instrumento endodóntico al ser activado ultrasonicamente, va a producir un efecto de corte irregular sobre las paredes dentinarias. Éste efecto de corte va a depender de la carga aplicada sobre el instrumento, ya que la energía convertida en oscilación transversa es poca, por lo que puede anularse con la aplicación de una pequeña carga sobre el instrumento en sentido del eje axial del diente. La acción de corte del instrumento endodóntico va a incrementarse en forma directamente proporcional al aumento de poder en la unidad generadora.

Waplinton et al. Realizaron un estudio in Vitro para determinar el patrón bajo el cual se produce el efecto de corte de la dentina. Al

realizar un análisis microscópico, observaron que en una cavidad tallada en una muestra de dentina, las paredes aparecían estriadas con un gran cúmulo de virutas en dichas estrías. Un análisis de estos fragmentos reveló que el tamaño de las virutas aumentaba cuando el poder de la unidad generadora era incrementado. Esto sugiere que la remoción de dentina a una mayor energía, produce que la punta del instrumento sea capaz de desplazar fragmentos de dentina de mayor tamaño, en vez de remover una mayor cantidad de virutas de dentina. Un análisis de los residuos dentinarios, determinó que éstos se producían por fractura dúctil de la estructura dentinaria, mecanismo semejante a la acción de corte de los instrumentos rotatorios, además se observó formación de algunas virutas por quiebre de la estructura dentinaria, principalmente producida por el efecto abrasivo de la punta de los instrumentos activados por ultrasonido.

La aplicación del ultrasonido sobre la estructura dentinaria también puede producir la formación de microgrietas a lo largo del conducto radicular. Esto ha sido reportado principalmente en estudios sobre la aplicación de dispositivos ultrasónicos en la preparación retrógrada del segmento apical de la raíz dentaria.

La formación de microgrietas en las paredes dentinarias de la preparación apical esta atribuida principalmente al calor generado y a la vibración del instrumento.

Min et al. Observaron que la formación de microgrietas en la dentina radicular reseca se incrementaba, a medida que era aumentada la intensidad de la energía ultrasónica, por lo que concluyeron que la intensidad del ultrasonido parece tener influencia sobre el desarrollo de las microfracturas.

2. Efectos sobre la capa de desecho dentinario: La instrumentación del conducto radicular produce que las paredes del mismo sean recubiertas con detritos dentinarios. Esta cubierta conocida como capa de desecho, se extiende en las paredes del conducto por medio de las espiras de los instrumentos endodónticos y es bruñida sobre la superficie del conducto por los movimientos realizados durante la instrumentación.

La capa de desecho dentinario está formada por virutas de dentina, mezclada con tejido orgánico, como restos de tejido pulpar, bacterias, endotóxicas, y algunas veces, restos de material de restauración. La remoción de la capa de desecho va a permitir una interfase más estrecha entre el material de obturación y las paredes del conducto,

Si por el contrario, se mantiene la capa de desecho, el sistema de conductos radiculares va a ser sellado inadecuadamente, aumentando el potencial de microfiltración, y la subsecuente disminución del porcentaje de éxito.

Se ha demostrado que la capa de desecho dentinario se puede remover por la acción de ácidos orgánicos como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), así como la aplicación del ultrasonido dentro del sistema de conductos, combinado con un agente irrigante como el hipoclorito de sodio.

Distintos autores han tratado de explicar, el mecanismo por el cual ocurre la eliminación de la capa de desecho dentinario por efecto del ultrasonido. Cunningham y Martin relacionaron la remoción de la capa de desecho dentinario con el fenómeno de cavitación, ya que las presiones hidrodinámicas producidas en el irrigante, desaloja a los detritos que se encuentran adosados a la pared del conducto y crea un efecto de succión sobre el tejido orgánico liberado arrastrando a los detritos fuera de las ramificaciones laterales del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto.

El intercambio continuo de irrigación-succión crea que se produzca un efecto sinérgico dentro del conducto, equivalente a un baño ultrasónico donde los detritos son succionados por la acción hidrodinámica del irrigante, activando la acción biológica del irrigante por efecto del aumento de la temperatura.

Otros autores como Ahmad et al., Walmsley y Cameron, relacionaron a la remoción de la capa de desecho dentinario como resultado producido por el fenómeno de la microcorriente acústica.

Ahmad et al. Realizaron un estudio in Vitro para evaluar la evidencia de la formación de la corriente microacústica, y su influencia sobre la capa de desecho. Observaron que los conductos presentaban áreas desiguales de dentina libre de capa de desecho, esto lo atribuyeron a que la lima no se encontraba lo suficientemente humectada como para producir una corriente microacústica, que resultara en fuerzas hidrodinámicas que contribuyeran en la remoción de la capa de desecho.

Walmsley relacionó el papel de la microcorriente acústica producida por la lima oscilante con la limpieza del conducto. Además de mejorar el efecto del hipoclorito de sodio por su calentamiento, produce un flujo continuo del irrigante por toda la extensión del conducto, por

medio del cual se propagan ondas de choque que desintegran bacterias y sustancias orgánicas y liberan detritos adosados a las paredes del mismo.

Cameron, establece una relación sinérgica entre el hipoclorito de sodio y la aplicación de ultrasonido, ya que el flujo creado por el ultrasonido en conjunto con el reemplazo del irrigante va a crear un incremento dramático en la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cuando es aplicada energía ultrasónica a un líquido, se genera una microcorriente acústica que va a "fregar" las paredes del conducto removiendo la capa de desecho dentinario. El autor obtuvo como resultado que soluciones de hipoclorito de sodio de por lo menos 2%, combinado con la aplicación de ultrasonido, producían la eliminación de la capa de desecho dentro de un periodo de tres minutos.

En un estudio comparativo sobre la efectividad de la limpieza e irrigación de conductos ovals por medio de dispositivos sónicos y ultrasónicos, realizado por Lumley et al. Observaron que los dispositivos sónicos eran más efectivos en la limpieza y remoción de la capa de desecho dentinario, debido a que el patrón de oscilación de las limas sónicas tiende a ser elíptico, el cual produce una corriente de mayor intensidad alrededor del instrumento, que la producida por el instrumento activado por ultrasonido.

Huque et al. Realizaron un estudio in Vitro para determinar la acción antibacteriana del uso del hipoclorito de Sodio combinado con ultrasonido, obtuvieron como resultado que la aplicación de una solución de hipoclorito de sodio en concentraciones de 12% y 5.5% combinada con ultrasonido, era suficiente para eliminar las capas de desecho dentinario, mientras que la irrigación con jeringa no es efectiva para eliminar dicha capa. Los autores argumentan que la erradicación bacteriana sólo puede lograrse con la eliminación completa de la capa de desecho dentinario, debido a que las bacterias se encuentran distribuidas por toda la extensión de la misma así como distribuidas en los tapones de desecho que obliteran a los túbulos dentinarios.

3. Efectos Antimicrobianos: La combinación de los fenómenos producidos por el ultrasonido junto con los efectos antimicrobianos del irrigante, van a incrementar la desinfección del sistema de conductos radiculares. La cavitación y la microcorriente acústica, van a producir la remoción de los detritos y de la capa de desecho dentinario de la superficie del conducto, así como la potenciación de la acción biológica del agente irrigante causado por el aumento de temperatura.

La acción del ultrasonido va a producir la ruptura de las paredes celulares de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión, permitiendo que el agente antimicrobiano penetre al interior de las células rápidamente, produciendo su efecto bactericida por alguna de las siguientes acciones biológicas: liberación de radicales libres, oxidación y degeneración de las moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular.

Huque et al. Concluyeron, de acuerdo un estudio realizado in Vitro, que el uso del ultrasonido combinado con una solución de hipoclorito de sodio al 12% erradicaba las bacterias presentes en la capa de desecho dentinario, producía la remoción de ésta, y propiciaba la penetración del irrigante hacia las capas más profundas de la dentina radicular, para de esa manera actuar sobre los microbios contenidos dentro de los canalículos dentinarios. Observaron además, efecto antimicrobiano sobre las bacterias ubicadas en las paredes de la dentina radicular, con la utilización de una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5.5%, por lo cual consideraron esta concentración como suficiente para lograr, en conjunto con la aplicación de ultrasonido, una desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares.

IRRIGACIÓN Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA

Una terapia endodóntica exitosa requiere de una limpieza y conformación cuidadosa del sistema de conductos radiculares, así como de una obturación tridimensional de los mismos. La irrigación es una parte integral de la preparación biomecánica. Ésta actúa en la remoción de detritus, reducción del número de microorganismos y en la desinfección del conducto.

Cunningham y Balekjian, propusieron que la acción de una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 2.5% era más eficaz para disolver tejido colágeno, cuando era calentado a una temperatura de 37° C., que una solución de mayor concentración (5%) a temperatura ambiente.

Se relacionó el efecto de drenaje y limpieza del conducto radicular al efecto sinérgico que producía la combinación de ultrasonido con el hipoclorito de sodio, debido a que el ultrasonido potenciaba la acción antimicrobiana del irrigante, y además, por los efectos de cavitación y de Microcorriente acústica, se producía un efecto de cepillado sobre la superficie de las paredes del conducto radicular produciendo un desalojo de los detritus. También impulsaba a la solución irrigante por todas las dimensiones del sistema de conductos, efectos que no conseguían los demás métodos de irrigación.

El efecto de fricción producido por el contacto entre la lima con las paredes del conducto radicular genera calor, el cual produce un aumento de la temperatura del irrigante, potenciando su acción antimicrobiana.

La aplicación de la irrigación con hipoclorito de sodio de concentración al 2% o más, combinado con ultrasonido, por un periodo de tres minutos, produce la eliminación de la capa de barrillo dentinario que recubre la superficie del conducto radicular, tal como lo demostró Cameron. Éste lo atribuyó al efecto sinérgico que se producía entre el ultrasonido y el irrigante, ya que la aplicación del ultrasonido o del hipoclorito por si solos no eliminaban la capa de desecho.

Según Ahmad et al.⁴ el efecto de cavitación no parece tener ningún papel en la limpieza y desinfección del conducto. Ellos asumieron que la Microcorriente acústica era el mecanismo causal más importante que intervenía en el procedimiento de limpieza y desinfección. Lumley et al. Propusieron que la restricción de la oscilación de la lima producida por el contacto de ésta con las paredes del conducto, limitaba el efecto de la Microcorriente acústica, reduciendo así el flujo del irrigante en toda la extensión del sistema de conductos por lo que disminuía su efectividad en lograr un efecto de limpieza y desinfección adecuadas.

Distintos autores han reportado la superioridad de la irrigación ultrasónica en la limpieza y desinfección del conducto radicular, comparado con la técnica manual. Dichos reportes han sido realizados por medio de estudios al microscopio y evaluando la efectividad de la limpieza del conducto radicular, en base a los restos de tejidos orgánicos, detritus dentinarios, y eliminación de la capa de desecho. (24)

IV. CAPA RESIDUAL

La capa residual es una capa de microcristalina y partículas de desecho orgánico que se encuentra extendido en conductos radiculares paredes después de la instrumentación del conducto radicular.

Fue descrita por primera vez en 1975 y mucha investigación se ha llevado a cabo desde entonces para evaluar su importancia en ayudar o impedir la penetración de bacterias en los túbulos dentinarios.

La capa de barrillo en sí puede estar infectada y puede proteger a las bacterias ya presentes en los túbulos dentinarios.

La Presencia de esta capa residual previene o retrasa penetración de la medicación intracanal, irrigantes intraconducto y agentes antimicrobianos en las irregularidades del sistema de conductos radiculares y los túbulos dentinarios y además evita que la adaptación completa de los materiales de obturación a las superficies preparadas canales radiculares.

Los componentes de la capa de frotis son partículas muy pequeñas con una gran superficie-masa, que los hacen muy soluble en ácidos. Debido a esta característica, los ácidos se han utilizado para eliminar la capa residual.

En la actualidad, el acondicionamiento químico es la única manera para obtener la limpieza completa de las paredes dentinales.

La Eliminación de la capa residual requiere una combinación de hipoclorito de sodio (un disolvente orgánico) y sustancias activas en compuestos inorgánicos, incluidos los agentes quelantes (EDTA o REDTA) o ácidos (ortofosfórico, poliacrílico, ácido tánico, ácido maleico o cítrico) para eliminar ambos componentes orgánicos e inorgánicos.

Los primeros estudios de las paredes dentinales después de la preparación de la cavidad realizada por Brännström y Johnson (1974) mostró la presencia de una fina capa de escombros que era 2 a 5 micrómetros de espesor.

En 1975 McComb y Smith describió primero la capa de barrillo. Se observó una capa amorfa de los desechos, con una superficie irregular y granular, en las paredes dentinales instrumentadas utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM). (45)

Esta capa de barrillo estaba compuesta por dentina, pulpa y bacterianas remanentes. Los autores afirman que "las técnicas de instrumentación más usuales produjeron canal lleno de escombros".

En 1984 Pashely describe la capa de barrillo como estando compuesto de dos fases, una fase orgánica, compuesta de colágeno y residuos de glicosaminoglicanos de la matriz extracelular de células de la pulpa, que actúa como una matriz para una fase inorgánica. (44)

Este contenido organomineral se compone de dos capas superpuestas distintas. La primera capa cubre la pared del canal y es ligeramente adherente y fácil de quitar. La segunda capa sin embargo ocluye los dentinales túbulos y se adhiere fuertemente a las paredes del canal.

En el mismo año Mader et al. Estudió las morfológicas características de la capa residual en los dientes endodóticamente que estaban instrumentados con limas de tipo k e irrigadas con el 5,25% NaOCl. (31)

Se ha reconocido que la instrumentación del conducto radicular produce una capa de barrillo que cubren las superficies de las paredes del canal preparadas. Se compone de los residuos compactados en la superficie de los túbulos dentinales por la acción de los instrumentos.

Esta capa contiene las sustancias orgánicas e inorgánicas que incluyen fragmentos de procesos odontoblásticas, microorganismos y materiales necróticas. (30)

HIPÓTESIS

HA Las concentraciones 15% y 17% de EDTA tienen la misma capacidad de remover la capa residual.

H1 El EDTA al 15% mayor capacidad de remover la capa residual que a una concentración de 17%.

H2 El EDTA al 17% mayor capacidad de remover la capa residual que a una concentración de 15%.

OBJETIVO

Comparar de las concentraciones 15% y 17% de EDTA en la remoción de la Capa Residual.

TIPO DE ESTUDIO

- Comparativo
- Transversal
- Experimental
- Prospectivo

SELECCIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE:

Capa residual en el tercio apical

VARIABLE INDEPENDIENTE:

EDTA al 15% y EDTA al 17%

OPERACIÓN DE VARIABLE:

La capa residual Es una película de espesor y homogeneidad variable que se deposita en la pared del conducto y que, por lo tanto, su presencia podrá

afectar o alterar en algún grado la obturación posterior del conducto. Además, la persistencia de esta capa parietal endodónica repercute sobre la existencia de bacterias en el interior de los túbulos dentinarios, la desinfección de los conductos, la permeabilidad de la dentina y el sellado de los conductos una vez obturados.

UNIVERSO DE TRABAJO

20dientes unirradiculares

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes de reciente extracción
- Dientes premolares unirradiculares
- Ápice maduro

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes calcificados
- Dientes con reabsorción radicular
- Dientes con presencia de fractura
- Multirradiculares

MATERIALES Y MÉTODOS

- 20 dientes unirradiculares
- Disco de diamante (DREMEL)
- Frascos de vidrio con tapa hermética
- NaOCL al 6 % (CLOROX)
- EDTA al 17% (SMEAR CLEAR)
- EDTA al 15%
- Formol al 4%
- Agua bidestilada
- Alcohol al 100%
- Suero fisiológico
- Jeringas hipodérmicas #5 (PROTEC)
- Aguja calibre #27 (ENDO-EZE DE ULTRADENT)
- Motor Endo-mate (NSK)
- Sistema rotatorio K3 XF .04 (SYBRON-ENDO)
- Ultrasonido Varios (NSK)
- Limas U # 20 (MANI)
- Plumon Negro (SHARPIE)
- Limas k file # 15 (DENTSPLY)
- Limas k file # 20 (DENTSPLY)
- Pinzas de curación
- Gasas

- Tubos de plástico
- Puntas de papel (DENTSPLY)
- Topes (DENTSPLY)
- Regla milimétrica (DENTSPLY)
- Cámara fotográfica (CANON)
- Guantes (AMBIDERM)

METODOLOGÍA

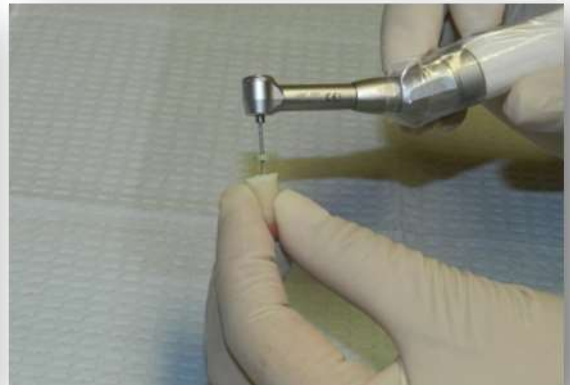
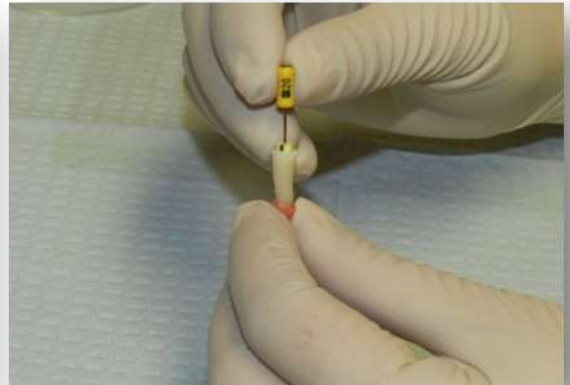
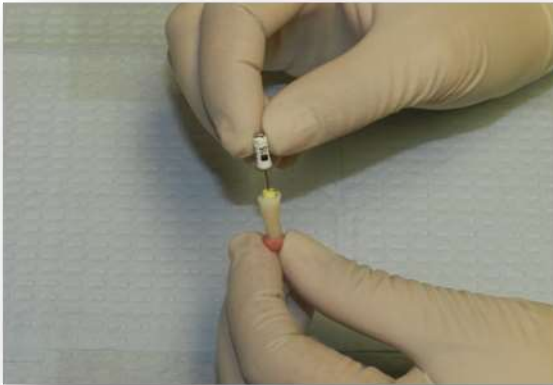
Veinte dientes unirradiculares extraídos por tratamiento ortodónticos y por enfermedad periodontal se recogieron para este estudio. Los dientes se almacenaron en solución salina hasta la recolección total de las muestras posteriormente se desinfectarón con cloro.



Todos los dientes se decoronaron y se estandarizan a 15 mm de longitud, se colocan en solución salina nuevamente.



Se introdujo una lima # 15 y 20 tipo k hasta ser vista por el foramen apical y se retrajo 1mm para establecer la longitud de trabajo, el foramen apical de cada raíz fue sellado con cera, el objetivo fue para prevenir la irrigación a través el foramen apical y estimular in vivo la contrapresión del foramen apical durante la preparación del canal. Se estableció un diámetro apical y se instrumentaron con el sistema rotatorio K3 XF .04.



El protocolo de irrigación fue 1ml de NaOCl al 6% durante toda la fase de instrumentación con una jeringa de 5ml y aguja calibre 27. (Utilizándose 1mm. entre cada instrumento).



Después de la instrumentación, todos los dientes fueron divididos al azar en 2 grupos de 7 dejando 6 muestras 3 para control Positivo y 3 para control negativo de cada grupo, para el régimen de irrigación final a diferentes concentraciones de EDTA (17%, 15%), utilizando ultrasonido.

GRUPO A

Irrigación final con 1mm. De EDTA al 17% 3 tiempos de 20 segundos con recambios de solución realizando irrigación ultrasónica pasiva (IPU).



GRUPO B

Irrigación final con 1mm. De EDTA al 15% 3 tiempos de 20 segundos con recambios de solución realizando irrigación ultrasónica pasiva (IPU).



GRUPO CONTROL POSITIVO

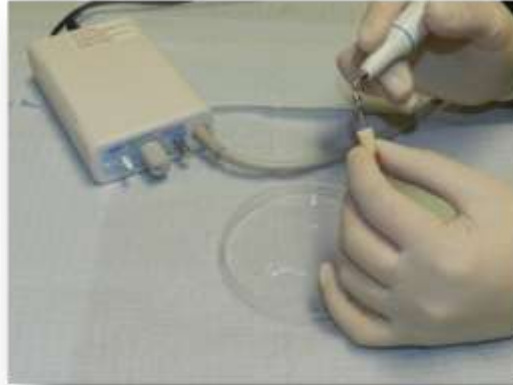
Solo se realizó la instrumentación y el protocolo de irrigación fue 1ml de NaOCl al 6% durante toda la fase de instrumentación



GRUPO CONTROL NEGATIVO

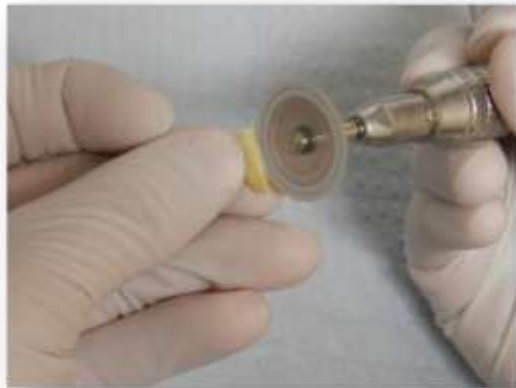
No se realizó la instrumentación

Se irriego con 1 ml de EDTA con una jeringa de 5ml y aguja calibre 27 se colocó a 2 tercios de la longitud de trabajo durante 20 segundos en tres tiempos haciendo recambio de EDTA en cada tiempo, en cada tipo de la solución irrigante.



Los dientes se colocan en formol inmediatamente después del tratamiento recibido para su proceso.

Después se procedió a cortar longitudinalmente los dientes con irrigación (esto es sumamente importante) con un disco de diamante cuidando que el disco no pase a través del conducto. Cuando se secciono la raíz, se enjuago con EDTA, su concentración dependió del grupo A o B por 15 segundos sacudiendo la muestra dentro de la solución para que se le desprendan los debris del corte. En este momento se fueron guardando cada muestra individualmente en formol nuevamente.



Las muestras se deshidrataron en varias diluciones de alcohol iniciando con una concentración de 70% por 10 minutos, después 80% por 10 minutos, 90% 10 minutos, 100% 2 horas. Una vez que terminado el proceso de deshidratación, se colocaron las muestras nuevamente en un contenedor individualmente BIEN CERRADO para que no se vaya a contaminar con polvo. Se dejaron por una semana, para que se sequen bien. Ya teniendo las muestras deshidratadas quedando lista para ser examinadas bajo el Microscopio Electrónico de Barrido. Se examinó el tercio apical del conducto 2 magnificacones a 2000X y 5000X.



RECOLECCION DE DATOS

EDTA al 15%

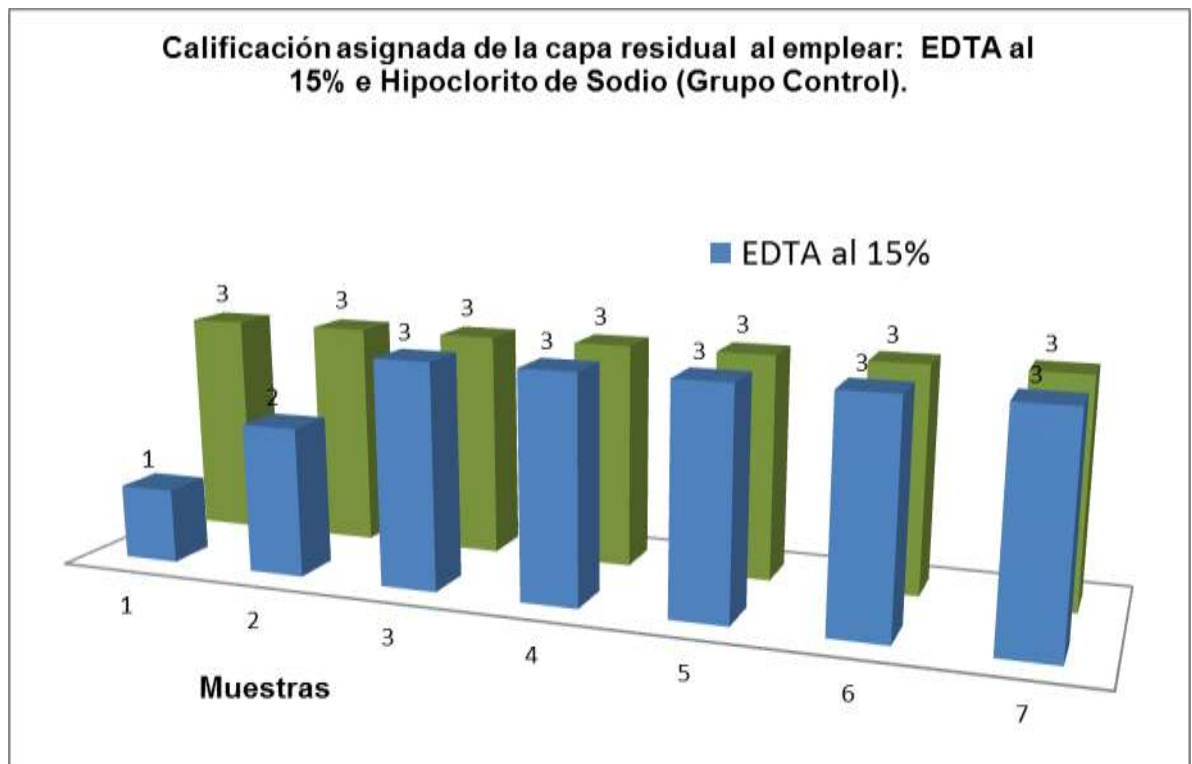
MUESTRA	VALOR
1	1
2	2
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3

0 NULO = TUBULOS COMPLETAMENTE LIMPIOS

1 ESCASO = PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL

2 MEDIO = 3/4 DE CAPA RESIDUAL

3 ABUNDANTE = 4/4 CON PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL



EDTA al 17%

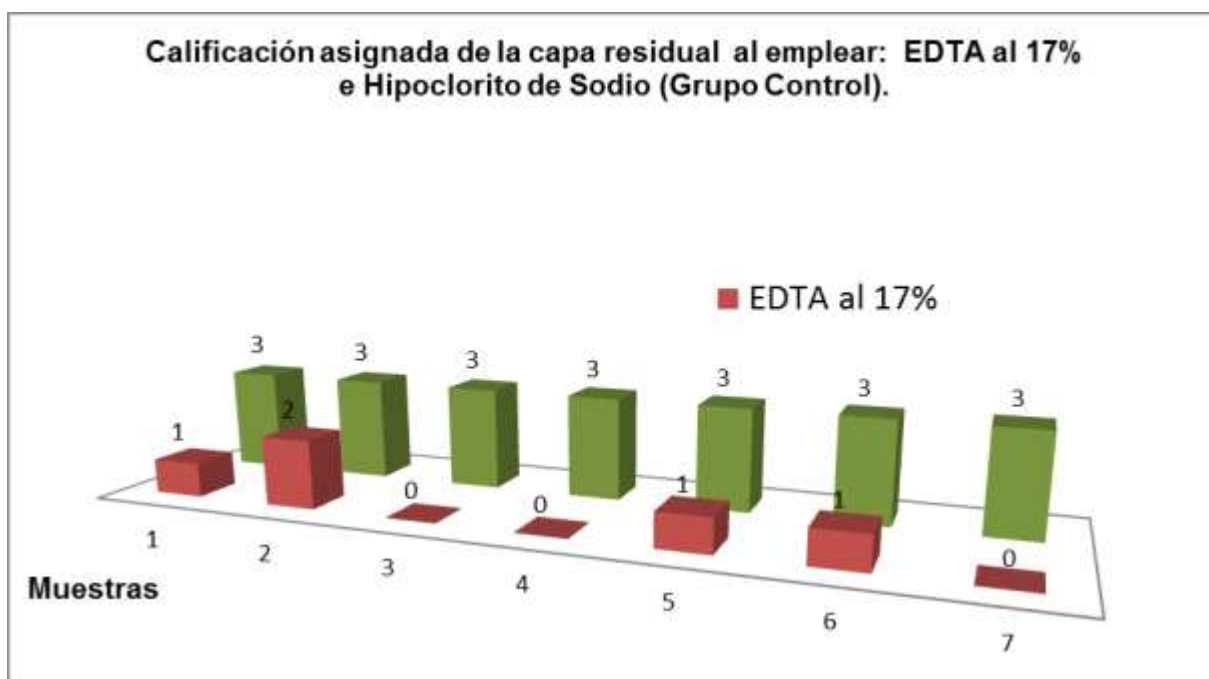
MUESTRA	VALOR
1	1
2	2
3	0
4	0
5	1
6	1
7	0

0 NULO = TUBULOS COMPLETAMENTE LIMPIOS

1 ESCASO = PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL

2 MEDIO = 3/4 DE CAPA RESIDUAL

3 ABUNDANTE = 4/4 CON PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL



Hipoclorito de Sodio (grupo control)

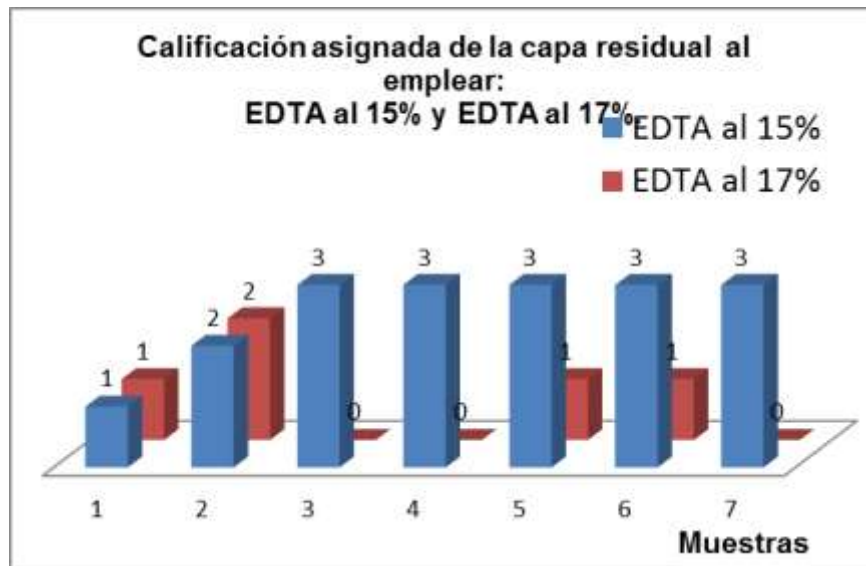
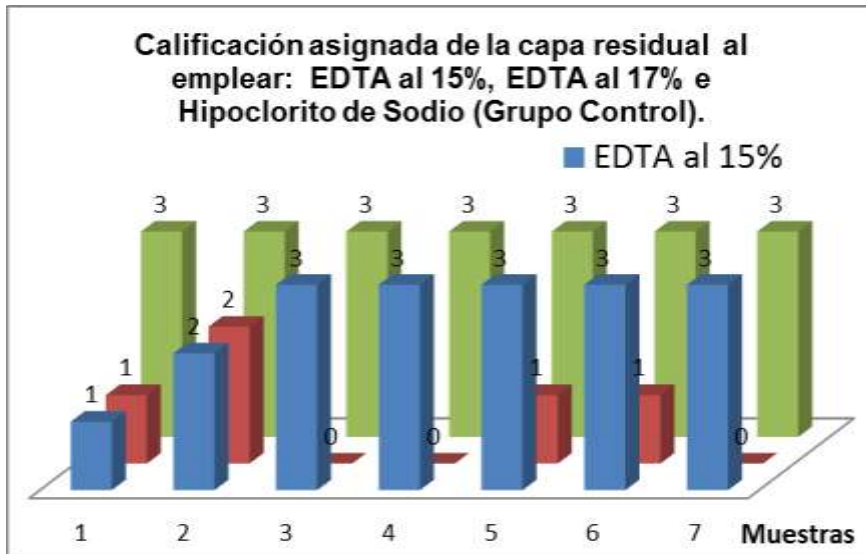
MUESTRA	VALOR
1	3
2	3
3	3

0 NULO = TUBULOS COMPLETAMENTE LIMPIOS

1 ESCASO = PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL

2 MEDIO = 3/4 DE CAPA RESIDUAL

3 ABUNDANTE = 4/4 CON PRESENCIA DE CAPA RESIDUAL



ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

- Prueba de Kruskal-Wallis

Prueba estadística de igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15%, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

HIPÓTESIS

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear EDTA al 15%, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear EDTA al 15%, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

RESULTADO DE LA PRUEBA

Rangos

	N	Rango promedio
VAR00002		
VAR00001 EDTA AL 15%	7	13.07
EDTA AL 17%	7	4.43
GRUPO CONTROL (Hipoclorito de Sodio)	7	15.50
Total	21	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	VAR00001
Chi-cuadrado	15.305
gl	2
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: VAR00002

La estadística de contraste 15.305 es mayor que el valor de tablas 5.99 de la distribución de probabilidad Chi-cuadrado al 95% de nivel de confianza con 2 grados de libertad. Por lo que se rechaza la hipótesis de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15%, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

CONCLUSIÓN

Hay una diferencia significativa estadísticamente al emplear: EDTA al 15%, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

- Prueba de Mann-Whitney

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% y EDTA al 17%.

HIPÓTESIS

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% y EDTA al 17%.

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% y EDTA al 17%.

RESULTADO DE LA PRUEBA

Rangos

VAR00002		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00001	EDTA AL 15%	7	10.57	74.00
	EDTA AL 17%	7	4.43	31.00
	Total	14		

Estadísticos de contraste^b

	VAR00001
U de Mann-Whitney	3.000
W de Wilcoxon	31.000
Z	-2.859
Sig. asintót. (bilateral)	.004
Sig. exacta [2* (Sig. unilateral)]	.004 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

El valor absoluto de la estadística de contraste $z = 2.859$ es mayor que el valor absoluto de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que se rechaza igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% y EDTA al 17%

CONCLUSIÓN

Existe una diferencia significativa estadísticamente al emplear: EDTA al 15% y EDTA al 17%.

En lo particular: EDTA al 15%, presentó mayor capa residual que EDTA al 17%.

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

- Prueba de Mann-Whitney

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

HIPÓTESIS

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

RESULTADO DE LA PRUEBA

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002				
VAR00001	EDTA AL 15%	7	6.50	45.50
	GRUPO CONTROL (Hipoclorito de Sodio)	7	8.50	59.50
	Total	14		

Estadísticos de contraste^b

	VAR00001
U de Mann-Whitney	17.500
W de Wilcoxon	45.500
Z	-1.468
Sig. asintót. (bilateral)	.142
Sig. exacta [Z* (Sig. unilateral)]	.383 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

La estadística de contraste $z = -1.468$ es mayor por un lado al valor de tablas $z = -1.959$ y por el otro lado es menor que el valor de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que no se rechaza la igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 15% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

CONCLUSIÓN

No existe diferencia significativa estadísticamente al emplear: EDTA al 15% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

- Prueba de Mann-Whitney

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

HIPÓTESIS

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Rangos

	VAR00002	N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00001	EDTA AL 17%	7	4.00	28.00
	GRUPO CONTROL (Hipoclorito de Sodio)	7	11.00	77.00
	Total	14		

Estadísticos de contraste^b

	VAR00001
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	28.000
Z	-3.377
Sig. asintót. (bilateral)	.001
Sig. exacta [2* (Sig. unilateral)]	.001 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

El valor absoluto de la estadística de contraste $z = 3.377$ es mayor que el valor absoluto de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que se rechaza Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

CONCLUSIÓN

Existe una diferencia significativa estadísticamente al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

En lo particular: El Hipoclorito de Sodio (Grupo Control), presentó mayor capa residual que EDTA al 17%.

DISCUSIÓN

Durante la preparación del canal, virutas de dentina creado por la acción de los instrumentos endodónticos sumado a los restos de material orgánico y soluciones de irrigación, formando una capa residual que se adhiere a las paredes del conducto. Esta capa pueden formar dos zonas: la primera 1-2, 1m de espesor, compuesta de materia orgánica y partículas de dentina; la segunda, se extiende en los túbulos dentinarios hasta una profundidad de 40 1m (Mader Et al. 1984). (3)

Se sabe que la capa residual puede albergar bacterias, Esto se puede prevenir desinfectado el sistema de conductos (Berutti et al.1997). Además, se ha demostrado que la eliminación de esta capa promueve la permeabilidad dentinaria (Pashley et al. 1981), la difusión y la mejora de la acción de medicamento intracanal (Ørstavik y Haapasalo 1990), permitiendo una mayor penetración y la producción de llenado material en los conductos laterales y túbulos dentinarios (Gutiérrez et al. 1990, Lloyd et al. 1995). Desafortunadamente, no hay solución de irrigación que sea capaz de actuar simultáneamente sobre la materia orgánica e inorgánica elementos de la capa residual. En un esfuerzo para eliminar esta capa completamente, muchos autores sugieren el uso de varias soluciones (Baumgartner y Mader 1987, Abbott et al. 1991, Barkhordar et al. 1997). Como el ácido

etilendiaminotetraacético (EDTA), en concentraciones al 15-17%. Sin embargo, como no se disuelve materia orgánica (Goldman et al. 1981, Baumgartner & Mader 1987), EDTA ha sido usado con Hipoclorito de sodio (NaOCl) solución que, además de actuando sobre los restos de tejido pulpar, tiene propiedades antimicrobianas (Baumgartner y Cuenin 1992). (6)

La eficacia mecánica y química de un régimen de irrigación depende de su capacidad de contacto con el sistema de conductos. El irrigante debe estar en contacto directo con las superficies internas del canal para una acción eficaz.

EDTA o el Hipoclorito de Sodio (NaOCl) en altas concentraciones se han encontrado ser más irritantes para los tejidos periapicales. (29)

La capacidad de remoción de la Capa Residual con EDTA de diferentes concentraciones se ha comparado en varios estudios. (30, 31, 32,33) Di Lenarda et al. (32) concluyeron que la solución de EDTA al 15% fue tan eficaz en la eliminación de la capa residual como 1 mol / L de ácido cítrico. Pérez y Rouqueyrol-Pourcel (33) reportaron que la irrigación por 3 minutos EDTA al 8% fue tan eficaz como 1 minuto de irrigación con EDTA al 15%. Garberoglio y Becce (30) observaron de solución de EDTA al 3% fue tan eficaz como el de EDTA al 17% en la eliminación de la capa residual. Además, Nakashima y

Terata ⁽³⁴⁾ demostrado el EDTA al 3% es más útil en aplicaciones clínicas en comparación con el EDTA al 15% en términos de la permeabilidad de los desinfectantes en la dentina del conducto radicular, humectantes para el sellador endodóntico, y la fuerza adhesiva del sellador endodóntico.

Sin embargo en esta investigación se demostró que el EDTA al 15% no resultó tan eficaz como cuando se utilizó el EDTA al 17% los cuales ninguno de los dos presentó desmineralización a pesar de la concentración.

En un estudio diferentes concentraciones de soluciones de EDTA las cuales no tuvieron ningún efecto significativo en la eliminación capa residual. Incluso 1% EDTA solución tiene la capacidad de eliminar el barrillo dentinario.

Cuando se compararon las regiones, el uso secuencial de EDTA y NaOCl fue menos efectivo en el tercio apical de los conductos. Sin embargo, se demostró una diferencia significativa en el tercio coronal frente al tercio apical de los conductos radiculares. Esto puede ser debido al insuficiente volumen o penetración de la solución en el tercio apical durante la irrigación. Es probable que el tamaño más grande del tercio coronal permita una mejor circulación y la acción de la solución irrigadora, por lo que una mejor remoción de la capa residual es posible. Además, el tamaño del tercio apical y la colocación de la aguja de irrigación en los dos tercios de la longitud de trabajo pueden tener una influencia sobre la capacidad de eliminación de la capa residual. Si la

aguja de irrigación se colocara cerca de la longitud de trabajo, la capa residual de las paredes del tercio apical podría removerse completamente. Por el otro lado, en situaciones clínicas, llevar la aguja de irrigación al tercio apical puede llevar a un mayor riesgo de lesionar los tejidos periapicales debido a la posible extrusión de los irrigantes. Otro efecto en la eliminación de la capa residual puede ser el tiempo de aplicación de soluciones de irrigación ⁽⁶⁾. Teixeira et al. ⁽³⁵⁾ informó de que la asociación de EDTA y NaOCl elimina la capa residual de la tercios cervical y medio para todos los períodos de aplicación (1,3, y 5 minutos). Sin embargo, en el tercio apical, la eficacia de la eliminación de capa residual se redujo, en particular en el grupo de aplicación 1 minuto. En un estudio, el tiempo de contacto de cada solución de lavado en los canales de la raíz se limita a 1 minuto ⁽⁶⁾. Esto también puede ser una razón por la que hay menos remoción de capa residual en el tercio apical.

Al retirar la capa residual, la erosión de la dentina es un efecto que causa controversia. Estudios recientes han demostrado las desventajas de la solución de EDTA en mayores concentraciones. ⁽³⁶⁾ Baumgartner y Mader ⁽³⁷⁾ informó que la combinación de EDTA y NaOCl causó una disolución progresiva de la dentina a expensas de áreas peritubulares y intertubulares de los diámetros del orificio de los túbulos dentinarios ya que se ampliaron a 2.5-4 um. Este efecto erosivo con el uso de EDTA se ha confirmado en muchos estudios. ^(38, 39, 40, 41,42) La erosión de la dentina y de los túbulos dentarios del conducto radicular puede depender del tipo, concentración, el pH, la cantidad y

tiempo de aplicación del irrigante. CALT y Serper ⁽³¹⁾ informó que el EDTA al 17% elimina completamente la capa residual haciendo agresiva la erosión de los túbulos. Sin embargo en este estudio al ser las muestras examinadas bajo el microscopio electrónico de barrido no se encontró prueba de tal desmineralización. Por otro lado, EDTA 17% fue el más efectivo en la eliminación de la capa residual sin inducir la erosión. Se ha sugerido que erosión dentinal se puede minimizar mediante la aplicación de EDTA solución durante un tiempo más corto o en un volumen menor. Serper Çalt ⁽⁴⁰⁾ y llegó a la conclusión de que el mejor método parece ser el uso de una solución de baja concentración de EDTA a pH neutro para reducir los efectos erosivos de las soluciones de EDTA. En un estudio se comprobó que las soluciones de EDTA con un pH neutro de acuerdo a estos resultados, 15%, 10%, y 5% de soluciones de EDTA recibieron puntuaciones similares de erosión, sin embargo, EDTA al 1% demostró erosión muy limitada en el tratamiento de las paredes de los conductos.

Torabinejad et al. ⁽⁴³⁾ mostraron que MTAD es una eficaz solución para la eliminación de la capa residual y hace no cambia significativamente la estructura de los túbulos de la dentina cuando los conductos se irrigan con NaOCl seguido de una irrigación final de MTAD. También informaron que los túbulos de la dentina mostraron una mayor cantidad de erosión al irrigarse con EDTA al 17%. Niu et al. ⁽⁴²⁾ mostraron que la superficie de la dentina apareció uniforme pero no túbulos erosionados y los orificios de los túbulos

dentinarios eran regulares cuando el irrigante final fue con EDTA al 15%. Lo 17cual en este estudio se comprueba que la irrigación final con EDTA al 17% es la más efectiva sin dañar el tejido dentario y removiendo la mayor cantidad de la capa residual.

Sin embargo en este estudio, cuando la irrigación final fue con EDTA al 15% no fue tan eficaz en la remoción de la capa residual como cuando la irrigación fue con EDTA al 17% removiendo casi en su totalidad la capa residual sin causar erosión en los túbulos dentinarios.

CONCLUSIONES

El Hipoclorito de Sodio al 6% no es capaz de remover la capa residual que se forma durante la instrumentación del sistema de conductos, aun utilizando Irrigación Ultrasónica Pasiva (IPU) en 3 periodos de 20 no producen la remoción mecánica de la capa residual.

El uso de EDTA al 15% al ser utilizado como irrigante final no remueve en su totalidad la capa residual producida durante la preparación del sistema de conductos. El uso del EDTA al 17% es efectivo en la remoción de la capa residual, cuando se utilizan como irrigante final. Las muestras en las cuales se utilizó EDTA al 15 y 17% al ser examinadas bajo el MEB no mostro un efecto desmineralizante sobre el tejido dentinario.

El método de irrigación ideal, será aquel que le proporcione al operador un manejo sencillo, conveniente y le brinde los mejores resultados clínicos. La efectividad está relacionada con la capacidad de remoción del tejido orgánico e inorgánico, la frecuencia, volumen empleado, temperatura y la cercanía a la constricción apical.

Todas las aseveraciones discutidas deben conducir al clínico a modificar el protocolo y métodos de irrigación para lograr mayor efectividad durante la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Emel Uzunoglu, DDS, Sevinc Aktemur, DDS, M. Ozgur Uyanik, DDS, Phd, Veli Durmaz, DDS, Phd,And Emre Nagas, DDS, Effect Of Ethylenediaminetetraacetic Acid On Root Fracture With Respect To Concentration At Different Time Exposures JOE 2012.
2. Bilge Hakan S, En, DDS, Phd,A Özlem Ertürk, DDS, Phd,B And Beyser Pis,Kin, DDS, Phd,Aizmir, Turkey School Of Dentistry, Ege University The Effect Of Different Concentrations Of EDTA On Instrumented Root Canal Walls Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;108:622-627).
3. Koichi Saito, DDS, MS,* Terry D. Webb, DDS, MS,* Glen M. Imamura, DDS, MS,† And Gary G. Goodell, DDS, MS, MA*Effect Of Shortened Irrigation Times With 17% Ethylene Diamine Tetra-Acetic Acid On Smear Layer Removal After Rotary Canal Instrumentation JOE — Volume 34, Number 8, August 2008.
4. Lea Assed Bezerra Da Silva, Phd,* Ana Carolina Meng Sanguino, DDS,†Cristiane Tomaz Rocha, Msc,* Mario Roberto Leonardo, Phd,* And Raquel Assed Bezerra Silva, Phd* Scanning Electron Microscopic Preliminary Study Of The Efficacy Of Smear Clear And EDTA For Smear

Layer Removal After Root Canal Instrumentation In Permanent Teeth
JOE — Volume 34, Number 12, December 2008.

5. Sidney Ricardo Dotto, MD¹; Rosana Maria Coelho Travassos, Phd²; Elias Pandonor Motcy De Oliveira, Phd³; Manoel Eduardo De Lima Machado, Phd⁴; And José Luiz Martins, Evaluation Of Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA) Solution And Gel For Smear Layer Removal Journal Compilation © 2007 Australian Society Of Endodontology Aust Endod J 2007; 33: 62–65.
6. Teixeira, M. C. S. Felipe & W. T. Felipe The Effect Of Application Time Of EDTA And Naocl On Intracanal Smear Layer Removal: An SEM Analysis International Endodontic Journal, 38, 285–290, 2005.
7. Fabienne Perez, DDS, Phd,^A And Natacha Rouqueyrol-Pourcel, DDS,^B Bordeaux, Effect Of A Low-Concentration EDTA Solution On Root Canal Walls: A Scanning Electron Microscopic France UNIVERSITY OF BORDEAUX (Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005.
8. Brent J. Crumpton, DMD, MS, Gary G. Goodell, DDS, MS, MA, Scott B. Mcclanahan, DDS, MS Effects On Smear Layer And Debris Removal With Varying Volumes Of 17% EDTA After Rotary Instrumentation JOE—Volume 31, Number 7, July 2005.
9. Semra Çalt, DDS, Phd, And Ahmet Serper, DDS, Phd Time-Dependent Effects Of EDTA On Dentin Structures JOURNAL OF ENDODONTICS 2002 By The American Association Of Endodontists VOL. 28, NO. 1, JANUARY 2002

10. W. Niu, T. Yoshioka, C. Kobayashi & H. Suda A Scanning Electron Microscopic Study Of Dentinal Erosion By Final Irrigation With EDTA And Naocl Solutions International Endodontic Journal, 35, 934-939, 2002.
11. Bilge Hakan S, En, DDS, Phd, A Özlem Ertürk, DDS, Phd, B And Beyser Pis, Kin, DDS, Phd, Aizmir The Effect Of Different Concentrations Of EDTA On Instrumented Root Canal Walls, Turkey School Of Dentistry, Ege University Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;108:622-627).
12. Ingle JI, Endodoncia 1996. Mexico. Macgraw&Endash; Hill Interamericana.
13. Basrani E, Endodoncia Integrada, 1999. Columbia, Actualidades Medico Odontologicas Latinoamericanas.
14. Gambarini G, Quemical Stability of Heated Sodium Hypoclorite Endodontic Irrigant. JOE, 1998; 24:432-4.
15. Luis E. Chavez, The Effects Of Antimicrobials On Endodontic Biofilm Bacteria, JOE, JUNIO, 2011.
16. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci WR, Hume WR, Heithersay GS. An SEM Study Of The Effects Of Different Irrigation Sequences And Ultrasonics. Int Endod J 1991; 24:308-16.
17. Caleró FS, Palanco SN, Sanches RJ, Bonetti J, Khouri E, Bramante C. Acao Química Do EDTA Sobre A Dentina Radicular-Anàlise Com Espectrofotometría De Absorcao Atómica. Rev FOB 1997; 5:65-68.

18. Jaquez Bairan Edna, Una Visión Actualizada Del Uso Del Hipoclorito. El Odontólogo Invitado. Nov 2001 Pag. 1-7.
19. Cameron JA. The Synergistic Relationship Between Ultrasound And Sodium Hypochlorite: A Scanning Electron Microscope Evaluation. J Endodon 1987; 13:541-44.
20. Goldman M, The Efficacy Of Several Endodontic Irrigating Solutions: A Scanning Electron Microscopic Study, JOE, 11, 1982.
21. Gutierrez JH, Scanning Electron Microscopic Study on The Action Of Endodontic Irrigants On Bacteria Invading The Dentinal Tubules. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1990; 69:491-501
22. Cohen S, Pathways Of The Pulp, 1998, Missouri, Mosby.
23. Baker NA, Scanning Electron Microscopic Study of the Efficacy of Various Irrigating Solution. JOE, 1975; 1:127-31.
24. Caleró FS, Palanco SN, Sanches RJ, Bonetti J, Khouri E, Bramante C. Acao Química Do EDTA Sobre A Dentina Radicular-Anàlise Com Espectrofotometría De Absorcao Atómica. Rev FOB 1997; 5:65-68.
25. Lalh MS, Titley KC, Torneck CD, Friedman S. Scanning Electron Microscopic Study Of The Interface Of Glass Ionomer Cement Sealers And Conditioned Bovine Dentin. J Endodon 1999; 25(11)743-6.
26. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci WR, Hume WR, Heithersay GS. An SEM Study Of The Effects Of Different Irrigation Sequences And Ultrasonics. Int Endod J 1991; 24:308-16.

27. Burns DR, Hugh DB, Moon PC. Comparison of The Retention Of Endodontic Posts After Preparation With EDTA. J Prost Dent 1993; 69: 262- 66.
28. Harrison JW, the Effect Of Dilution And Organic Matter On The Antibacterial Property Of 5.25% Sodium Hypochlorite, JOE 1981; 7:128.
29. Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation Of Cytotoxicity Of MTAD Using The MTT-Tetrazolium Method. J Endod 2003; 29: 654-7.
30. Garberoglio R, Becce C. Smear Layer Removal by Root Canal Irrigants. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1994; 74:359-67.
31. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A Comparative Study of Smear Layer Removal Using Different Salts of EDTA. J Endod 2000; 26:739-43.
32. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 Moll1 Citric Acid And 15% EDTA Irrigation on Smear Layer Removal. Int Endod J 2000; 33:46-50.
33. Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect Of A Low-Concentration EDTA Solution On The Root Canal Walls: A Scanning Electron Microscopic Study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99:383
34. Nakashima K, Terata R. Effect of Ph Modified EDTA Solution To The Properties Of Dentin. J Endod 2004; 31:47-9.
35. Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The Effect of Application Time of EDTA and Naocl on Intracanal Smears Layer Removal: An SEM Analysis. Int Endod J 2005; 38:285-290.

36. Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation of Cytotoxicity of MTAD Using The MTT-Tetrazolium Method. *J Endod* 2003;29: 654-7.
37. Baumgartner JC, Mader CL. A Scanning Electron Microscopic Evaluation of Four Root Canal Irrigation Regimens. *J Endod* 1987; 13:147-57.
38. Çalt S, Serper A. Smear Removal by EGTA. *J Endod* 2000; 26:459-61.
39. Torabinejad M, Yongbum C, Khadami AA, Bakland LK, Shabahang S. The Effect of Various Concentrations Of Sodium Hypochloride On The Ability Of MTAD To Remove The Smear Layer. *J Endod* 2003; 29:23339.
40. Serper A, Çalt S. The Demineralizing Effects of EDTA At Different Concentrations And Ph. *J Endod* 2002; 28:501-2.
41. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM, Holz J. The Influence Of The Smear Layer On The Sealing Ability Of Canal Obturation. *Int Endod J* 1987; 20:228-32.
42. Niu W, Yoshioka T, Suda H. A Scanning Electron Microscope Study Of Dentinal Erosion By Final Irrigation With EDTA And Naocl Solutions. *Int Endod J* 2002; 35:934-9.
43. Torabinejad M, Khadami AA, Babagoli J, Yongbum C, Johnson WB, Bozhilov K, Shabahang S. A New Solution For The Removal Of The Smear Layer. *J Endod* 2003; 29:170-5.
44. Pashley DH: Smear layer: Physiological considerations. *Oper Dent*, 1984; Suppl 3: 13-29

45. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 7:238-242.